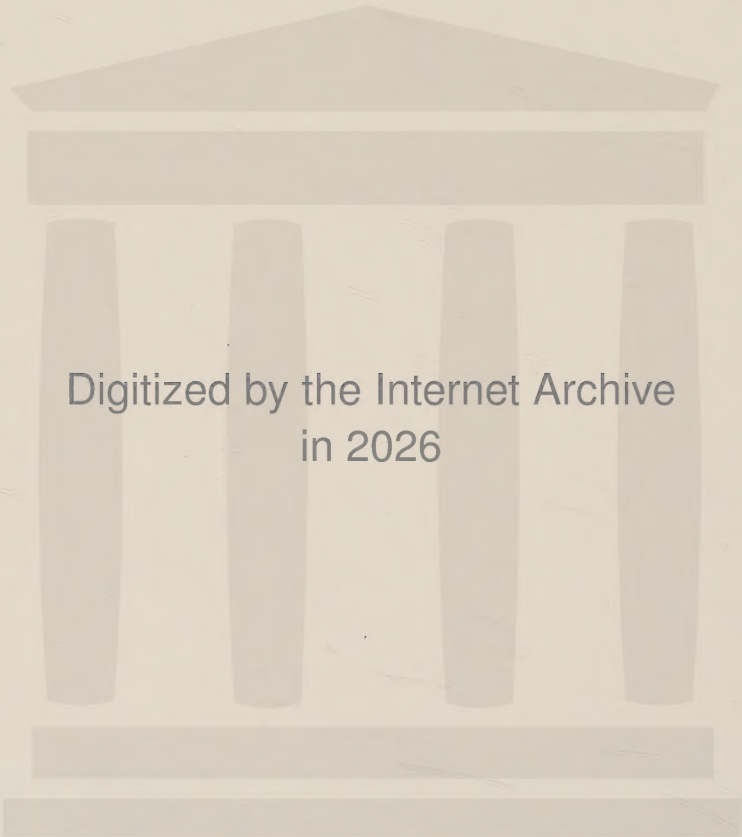
DAS COMPUTERTOMOGRAPHISCHE

ERSCHEINUNGSBILD VON LEBERMETASTASEN

BERND ACHTEN

1984

Diss
München



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41534901_0006

Aus der Radiologischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner

Das Computertomographische Erscheinungsbild von Lebermetastasen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität
in München
vorgelegt von
Bernd Achten
aus München
1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. U. Scherer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. J. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.11.1984

Für meine Frau Monika

und meine Familie

DANKSAGUNG

Frau Prof. Dr. med. U. Scherer danke ich für die Ermöglichung und Unterstützung dieser Arbeit, ihre Hilfe und ihr Engagement.

Herrn Prof. Dr. med. J. Lissner, Direktor der Radiologischen Klinik und Poliklink der Universität München danke ich für die Überlassung der radiologischen Untersuchungsbefunde und des Bildmaterials, sowie für die Unterstützung durch die Mitarbeiter der Radiologischen Klinik der Universtität.

Die hier vorgelegten Untersuchungsergebnisse konnten nur durch Überlassung laparoskopisch-bioptischer, laparotomischer und histologisch-autoptischer Untersuchungsbefunde von Kollegen der Chirurgischen Klinik, der Medizinischen Klinik II im Klinikum Großhadern und des Pathologischen Instituts erhoben werden.

Stellvertretend für viele sei hier besonders Herrn Prof. Dr. med. J. Eisenburg und Prof. Dr. med. M. Eder gedankt.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	2
2.	MATERIAL UND METHODE	9
3.	ERGEBNISSE	15
3.1.	Verteilung der Metastasen auf die verschiedenen Leberlappen	15
3.2.	Zentrale bzw. marginale Lage der Metastasen	21
3.3.	Anzahl der Metastasen	24
3.4	Größe der Metastasen	28
3.5.	Form der Metastasen	33
3.6.	Konturen der Metastasen	38
3.7	Numerische Erfassung der Absorptionswerte	41
3.8	Visueller Eindruck der Metastasen	61
3.8.1	Homogen strukturierte Metastasen	61
3.8.2	Inhomogen strukturierte Metastasen	63
3.8.2.1.	Metastasen mit Bezirken flüssigkeitsäquivalenten Aspekts	65
3.8.2.2.	Partiell hyperdense Metastasen	71
3.8.2.3.	Kombination von stärker hypodensen und partiell hyperdensen Metastasenbezirken	73
3.9.	Absorptionsverhalten der Lebermetastasen unter Polychemotherapie	74
3.10.	Kontrastmitteluntersuchungen	76
4.	DISKUSSION	78
5.	ZUSAMMENFASSUNG	106
6.	BILDANHANG	112
7.	LITERATUR	116

1. EINLEITUNG

Die computertomographische Untersuchung der Leber als Teilgebiet der axialen Computertomographie (CT), die 1972 in die medizinisch-röntgenologische Praxis Eingang gefunden hat, ist als non-invasive Untersuchungstechnik ein fester Bestandteil der Diagnostik raumfordernder Prozesse der Leber geworden. Die fundamentalen Forschungsergebnisse von CORMACK (37, 38) und HOUNSFIELD (67) die 1979 mit der Verleihung des Nobelpreises für Medizin ausgezeichnet wurden, bildeten die Grundlagen für eine Entwicklung, die nach Überwindung zahlreicher technischer und apparativer Probleme über die computertomographischen Untersuchungen der Orbita und des Hirnschädels (10) zur heutigen Form der Ganzkörpertomographie geführt hat.

Die rasche technische Weiterentwicklung ermöglichte bereits 1975 die ersten computertomographischen Bilder des Oberbauchs, kurze Zeit später erschienen die ersten Aufnahmen abdomineller Erkrankungen (4, 145, 175).

Wegen langer Aufnahmezeiten und bewegungsbedingter Bildartefakte (Atmung, Herzaktion, Peristaltik) wurde eine detaillierte Strukturanalyse des normalen und pathologisch veränderten Lebergewebes allerdings erheblich erschwert (7, 96, 97, 130, 158).

Die diagnostische Effizienz der computertomographischen Untersuchung raumfordernder Prozesse der Leber wird wie die anderer Untersuchungsmethoden auch an ihrer Fähigkeit gemessen, einen krankhaften Befund oder ein Krankheitsmerkmal richtig zu erkennen oder auszuschließen. Zur Bewertung dieser diagnostischen Fähigkeit dienen die Begriffe Sensitivität, Spezifität und Treffsicherheit (33, 98, 107, 108, 113, 137, 165).

1) Der Prozentsatz richtig-positiver Untersuchungsergebnisse = Sensitivität. Sie gibt den Prozentsatz von Erkrankungen an, die durch ein positives Untersuchungsergebnis richtig erkannt werden und sie beantwortet die Frage: wie wahrscheinlich hat ein Patient mit einer bestimmten Erkrankung ein positives, d. h. pathologisches Untersuchungsergebnis?

2) Der Prozentsatz richtig-negativer Untersuchungsergebnisse = Spezifität. Sie ist definiert als das Verhältnis normaler Testergebnisse bei allen Patienten, die eine (bestimmte) Erkrankung nicht haben. Sie gibt den Prozentsatz von Normalbefunden an, die durch ein negatives Untersuchungsergebnis als solche erkannt werden und beantwortet die Frage: wie wahrscheinlich hat ein Patient ohne die (bestimmte) Erkrankung ein negatives, also normales Untersuchungsergebnis?

3) Die Treffsicherheit bezeichnet den Prozentsatz insgesamt richtiger Untersuchungsergebnisse, d. h. die Summe richtig-positiver und richtig-negativer Untersucherungsergebnisse bei allen Patienten.

Dem Schrifttum über die computertomographische Diagnostik umschriebener Lebererkrankungen ist zu entnehmen, daß sich seit Einführung schnellerer Computertomographen die diagnostische Effizienz deutlich verbessert hat. Nach der Literatur ergeben die Resultate langsamer CT-Scanner (2,5 min Scanzeit) eine Sensitivität zwischen 77% und 88%, eine Spezifität zwischen 79% und 85% und eine Treffsicherheit zwischen 80% und 82% (5, 52, 157). In einer Untersuchung findet sich eine Angabe über die Quote richtiger Artdiagnosen bei Lebermetastasen, nämlich 73% der untersuchten Fälle (157).

Vergleicht man diese Quoten mit den Ergebnissen neuerer Computertomographen mit erheblich kürzerer Aufnahmezeit (5s bis 18s

Scanzeit), so sind dem Schrifttum überwiegend deutlich verbesserte Ergebnisse zu entnehmen (23, 50, 71, 92, 99, 157, 172). Es ergeben sich für die Sensitivität Werte bis zu 94% (172), für die Spezifität bis zu 100% und für die Treffsicherheit bis zu 95% (92). Die Quoten richtiger Artdiagnosen werden bis zu 84% angegeben (92). In einer Untersuchung eines größeren Kollektivs von 237 Patienten wird die Artdiagnose "Lebermetastasen" gesondert aufgeführt und die Quote richtig diagnostizierter Metastasenträger mit 82% angegeben (157). Dieses Ergebnis deckt sich mit ähnlichen Resultaten kleinerer Patientenkollektive (23, 50, 71, 92, 99, 172).

Zahlreiche Autoren machen deutlich, daß die Entwicklung schnellerer CT-Geräte, die eine Untersuchung in Atemstillstand ermöglichen, eine erheblich bessere Analysierbarkeit intrahepatischer Läsionen, wie z. B. von Lebermetastasen, gewährleistet (82, 83, 84, 140, 157, 167, 172, 175, 176, 177).

Die in Bezug auf Sensitivität, Spezifität, Treffsicherheit und Frequenz richtiger Artdiagnosen höhere diagnostische Effizienz der Untersuchungen mit den schnellen Computertomographen der dritten Generation dürfte also sowohl eine Folge apparativ-technischer Verbesserungen als auch der ständig zunehmenden Erfahrung der Untersucher sein.

Der Vergleich der Ergebnisse computertomographischer Untersuchungen der Leber hinsichtlich umschriebener Erkrankungen mit den Ergebnissen anderer nichtinvasiver Untersuchungsmethoden, wie Leberszintigraphie und Lebersonographie, verdeutlicht die Veränderung der diagnostischen Effizienz durch die Verwendung schneller Computertomographen. Anhand der Literatur ergaben sich bei Untersuchungen, die die Ergebnisse von CT und Leberszintigraphie an identischen Patientenkollektiven direkt verglichen, widersprüchliche Aussagen. Während bei einer Scanzeit von 2,5 min sowohl gleich gute (5, 51, 157), szintigraphisch bessere (59)

als auch computertomographisch bessere (29, 148, 149) Resultate erzielt wurden, erwies sich die CT bei kurzer Scanzeit, d. h. bei Untersuchungen in Atemstillstand der Szintigraphie im Bezug auf Sensitivität, Spezifität und Treffsicherheit überlegen und in der Inzidenz richtiger Artdiagnosen deutlich überlegen (19, 23, 99, 157).

Ähnliche Ergebnisse ergibt auch die Gegenüberstellung von CT und Lebersonographie bei der Diagnostik intrahepatischer Läsionen, wobei direkt vergleichende Untersuchungen lange Zeit selten und häufig spekulativ waren (88, 109, 129, 181). Anhand jeweils kleinerer Patientenkollektive mit nur teilweise bioptisch gesicherter Diagnose fanden BRYAN et al. (29) und GROSSMAN et al. (59) unter Verwendung eines 2,5 min-Scanners die Sonographie der CT in der Nachweishäufigkeit raumfordernder Prozesse der Leber überlegen, während BERK et al. (19) und FRICK et al. (50) unter Benutzung von 18s-Scannern eine leichte Überlegenheit der CT in der Erkennung fokaler Lebererkrankungen nachwiesen. Im Untersuchungsgut von SNOW et al. (170) erwies sich die CT bei 18s Scanzeit der Sonographie sowohl in der Häufigkeit richtig-positiver als auch richtig- negativer Diagnosen deutlich überlegen. Auch SCHERER (157) konnte anhand eines größeren Patientenkollektivs, das mit 5s Scanzeit untersucht wurde, eine deutliche Überlegenheit der CT bezüglich Sensitivität, Spezifität, Treffsicherheit und Inzidenz richtiger Artdiagnosen gegenüber der Ultraschalluntersuchung feststellen.

Da die bei 2,5 min Untersuchungszeit gewonnenen Ergebnisse heute nicht mehr als repräsentativ angesehen werden können, ist aufgrund der Resultate schneller Computertomographen die Schlußfolgerung erlaubt, daß die CT eine geeignete Methode zum Nachweis und Ausschluß von Lebermetastasen darstellt und das CT-Bild der Leber darüberhinaus Informationen über Infiltrationen, Verformungen und Verdrängungen benachbarter Organe liefert (4, 5, 22, 56, 116, 153, 157).

Die Frage nach Lebermetastasen ergibt sich in zweierlei Hinsicht. Zum einen zur prätherapeutischen Stadieneinteilung von Patienten mit bekannter maligner Primärerkrankung, zum anderen als diagnostische Maßnahme bei Patienten mit allgemeinen Tumorzeichen mit und ohne begleitende Leberfunktionsstörungen. Der Nachweis oder Ausschluß von Lebermetastasen ist für die Therapieplanung maligner Tumoren häufig entscheidend, da einerseits multilokuläre Lebermetastasen zumindest derzeit einen kurativen operativen Eingriff ausschließen, andererseits der Einsatz einer Zytostatikatherapie, Hormontherapie und/oder Immuntherapie gelegentlich von ihrem Vorhandensein bzw. Fehlen abhängig gemacht wird.

Im vorliegenden Schrifttum werden Lebermetastasen übereinstimmend als computertomographisch in aller Regel hypodense Läsionen beschrieben, die überwiegend multilokulär auftreten (4, 5, 20, 52, 84, 92, 116, 120, 131, 134, 140, 146, 150, 151, 155, 167, 172, 173, 175, 199). Die erniedrigte Dichte ist ein Merkmal, daß die Lebermetastasen mit anderen raumfordernden Prozessen der Leber, seien sie nun zystisch oder solide, neoplastisch oder entzündlich, gemeinsam haben (22, 46, 54, 56, 121, 122). Im Computertomogramm können Metastasen runde, ovaläre oder polyzkloidale Gestalt haben; die Übergänge zum gesunden Parenchym werden teilweise als scharf markiert, teilweise als fließend angegeben (120, 127, 128, 157, 173).

Das Absorptionsverhalten der Lebermetastasen wird in der obengenannten Literatur keineswegs einheitlich beschrieben. Während die Mehrzahl der Untersucher die Dichteunterschiede zwischen Metastasen und Lebergewebe nur als "diskret" oder "erheblich" beschreiben oder als solche "zwischen Wasser und Gewebe" definieren (45, 122, 127, 128, 159, 173, 199), geben andere Autoren mittlere Dichtedifferenzen von 10 bis 30 HOUNSFIELD-EINHEITEN (HE) zwischen Tochtergeschwülsten und Lebergewebe an (52, 92, 120, 121).

Die Ergebnisse von FRÜHLING und OSTEAUX (52) ergaben im Durchschnitt absolute Absorptionswerte um 40 HE. Es liegen aber auch Angaben über abweichendes Absorptionsverhalten von Lebermetastasen vor. Einige Autoren beschreiben **hyperdense** Dichtezonen innerhalb überwiegend hypodenser Metastasen, als deren Ursache vor allem Kalzifizierungs- bzw. Fibrosierungsphänomene diskutiert werden (20, 22, 72, 157, 176). In anderen Untersuchungen wird auf stärker **hypodense** bzw. flüssigkeitsäquivalente Dichtebezirke innerhalb hypodenser Lebermetastasen hingewiesen, die hauptsächlich als Nekrotisierungsphänomene gedeutet werden
(118, 157, 173, 176, 199).

Beide obengenannten Absorptionsphänomene werden nur anhand von kleinen Patientenzahlen bzw. vereinzelten Falldarstellungen beschrieben. Solitäre Beobachtungen über den Zusammenhang von zytostatischer Therapie und Besonderheiten im Absorptionsverhalten von Lebermetastasen finden sich ebenfalls in einzelnen Arbeiten (14, 20, 22, 118, 157, 199) in einigen Andeutungen und Hinweisen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Analyse der computertomographischen Erscheinungsformen von Lebermetastasen anhand eines größeren Patientenkollektivs in Bezug auf Lokalisation, Anzahl, Größe, Form und Absorptionsverhalten der Tochtergeschwülste. Bei einem kleinen Teil der Patienten konnte dabei zusätzlich auf Untersuchungen nach Applikation eines jodhaltigen nierengängigen Kontrastmittels zurückgegriffen werden.

Es soll geprüft werden, ob für einzelne Primärtumoren charakteristische Erscheinungsbilder von Lebermetastasen existieren und ob mögliche Einflüsse auf das Absorptionsverhalten z. B. durch polychemotherapeutische Behandlung festgestellt werden können.

Im Sinne dieser Fragestellung, die bereits von einigen Autoren gestreift wurde (20, 22, 72, 157, 199), ist die histologisch-bioptische Sicherung des Primärtumors eine wichtige Voraussetzung. Im untersuchten Patientengut ist eine derart gesicherte Aussage über den Primärtumor in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle möglich und somit diese, für die vorliegende Arbeit unerläßliche Prämisse erfüllt.

2. MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchung umfaßt 150 Patienten (78 Frauen und 72 Männer) im Alter von sechzehn bis einundachtzig Jahren, die im Zeitraum von Februar 1980 bis Juni 1981 in der Radiologischen Klinik der Universität München computertomographisch untersucht wurden und bei denen im Computertomogramm Lebermetastasen festgestellt bzw. bestätigt wurden.

In dem 16-monatigen Untersuchungszeitraum wurden 88 der 150 Patienten 1-mal, 40 Patienten 2-mal, 13 Patienten 3-mal, 9 Patienten 4-mal und öfter untersucht.

Alle Untersuchungen erfolgten mit einen Rotationsscanner (SOMATOM SF bzw. SOMATOM 2, Siemens) mit 5s Untersuchungszeit pro Schicht. Die Aufnahmedaten waren 125 kV und 230 mAs bei 8 mm Schichtdicke. Die Bildmatrix beträgt 256 x 256 Bildpunkte, das entspricht bei einer Meßfeldgröße von 54 cm einer Bildelementgröße von 2,1 mm.

Primär erfolgten die computertomographischen Untersuchungen nativ, d. h. ohne vorherige Applikation eines jodhaltigen nierengängigen Kontrastmittels. Bei 6 Patienten wurde im Anschluß an die Nativuntersuchung eine Wiederholungsuntersuchung nach intravenöser Injektion eines 60 %-igen bis 65 %-igen nierengängigen Kontrastmittels (in der Regel Megluminamidotrizoat, "Urovist" Schering) durchgeführt.

Seit Februar 1980 werden in der Radiologischen Klinik der Universität München alle computertomographisch erstellten Diagnosen und die zugehörigen klinischen Überweisungsdiagnosen in einer Datenverarbeitungsanlage gespeichert. Die Kodierung der Diagnosen erfolgte in Anlehnung an den "Dokumentationsschlüssel für die Röntgendiagnostik" von FROMMHOLD et al. (51). Das Rechen-

programm wurde von Dr. A. Ribka, Radiologische Klinik der Universität München, entwickelt. Auf diese Weise waren alle untersuchten Patienten des angegebenen Zeitraums mit der computertomographisch erhobenen Diagnose "Lebermetastasen" über diese Diagnose abrufbar.

Ergänzend wurden aus den Krankenblättern Informationen über die den Lebermetastasen zugrundeliegenden Primärtumoren, Art und Häufigkeit ihrer histologisch-bioptischen Sicherung, sowie über Art und Häufigkeit der histologisch-bioptischen Sicherung der Lebermetastasen gewonnen.

Kolorektale Karzinome und Mammakarzinome waren im untersuchten Patientenkollektiv die häufigsten Primärtumoren, ihnen folgten in der Häufigkeit Pankreaskarzinome, Bronchialkarzinome, Nieren- und Ovarialkarzinome sowie in jeweils kleinen Fallzahlen eine Vielzahl anderer Malignome (Tab. 1). Insgesamt blieben bis auf fünf okkulte Primärtumoren nur drei Primärtumoren, d.h. 2 % ohne histologisch-bioptische Sicherung.

Tabelle 1. Patientenkollektiv. Sicherung der Primärtumoren (n = 150)

Primärtumor	Biopt.Ges. PE/OP/SEKT. n	n	Klinisch Wahrscheinlich n
Kolorektales Karzinom	39+	39	-
Mammakarzinom	31	31	-
Pankreaskarzinom	12	12	-
Bronchialkarzinom	11	10	1
Nierenkarzinom	8	7	1
Ovarialkarzinom	8	8	-
Magenkarzinom	6	5	1
Malignes Lymphom	6	6	-
Teratokarzinom, Hoden	4	4	-
Gallenblasenkarzinom	3	3	-
Karzinoid	3	3	-
Leiomyosarkom	3	3	-
Ösophaguskarzinom	3	3	-
Uteruskarzinom	3	3	-
Malignes Melanom	2	2	-
Malignes Thymom	2	2	-
Prostatakarzinom	1	-	-
Unbekannt	5	-	-
Total (n)	150	142	3
(%)		95%	2%

+setzt sich zusammen aus 21 Kolon- und Sigmakarzinomen und 18 Rektumkarzinomen

Bei 47 von 150 Patienten sind die Lebermetastasen histologisch-bioptisch durch die Ergebnisse invasiver Untersuchungsverfahren (Oberbauch-Laparotomie, Laparoskopie, perkutane Leberbiopsie, Operation und Sektion) gesichert. In 20 Fällen korrelieren ein positiver sonographischer und/oder szintigraphischer Befund mit der CT-Diagnose. In 50 Fällen wird die CT-Diagnose durch den klinischen Verlauf allein erhärtet, während bei 33 Patienten

zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung nur ein CT-Befund bzw. CT- Verlaufskontrollen vorlagen. Insgesamt wurden also bei 117 Patienten Untersuchungsergebnisse und/oder klinische Verläufe vorgefunden, die zum computertomographisch erhobenen Befund "Lebermetastasen" korrelieren (Tab. 2).

Tabelle 2: Patientenkollektiv. Sicherung der Lebermetastasen. (n = 150)

Primärtumor	Biop.	Metastasen, Grad der Sicherung US/SZ[1]	Verl[2]	CT-Kontr.[3]	CT-Einf.[4]	
	n	n	n	n	n	n
Kolorektales Karzinom	39	18	3	9	7	2
Mammakarzinom	31	7	8	10	5	1
Pankreaskarzinom	12	4	-	4	3	1
Bronchialkarzinom	11	1	5	4	1	-
Nierenkarzinom	8	2	-	5	-	1
Ovarialkarzinom	8	2	-	5	1	-
Magenkarzinom	6	4	2	-	-	-
Malignes Lymphom	6	1	-	5	-	-
Teratokarzinom	4	-	-	2	1	1
Gallenblasenkarzinom	3	1	-	1	-	1
Karzinoid	3	2	1	-	-	-
Leiomyosarkom	3	1	-	1	1	-
Ösophaguskarzinom	3	-	-	1	-	2
Uteruskarzinom	3	1	-	1	1	-
Malignes Melanom	2	1	-	1	-	-
Malignes Thymom	2	-	-	-	2	-
Prostatakarzinom	1	-	-	-	1	-
Unbekannt	5	2	1	1	-	1
Total (n)	150	47	20	50	23	10
(%)		31%	13%	33%	15%	7%
			77%		22%	

1) Positiver sonographischer und/oder szintigraphischer Befund

2) Metastasen durch klinischen Verlauf wahrscheinlich

3) Ein- oder mehrmalige CT-Kontrolluntersuchung ebenfalls positiv

4) Einmalige CT-Untersuchung mit positivem Resultat

Den Krankenblättern war zu entnehmen, daß 41 Patienten zum Zeitpunkt der CT-Untersuchung unter Polychemotherapie standen. Bei 109 Patienten war entweder keine Zytostatikabehandlung erwähnt, oder es wurden derartige Therapien erst im Anschluß an die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten CT-Untersuchungen durchgeführt.

In der Radiologischen Klinik der Universität München werden alle CT-Untersuchungen routinemäßig fotographisch dokumentiert und digital auf Floppy-Disketten gespeichert. Für die vorliegende Arbeit erfolgte die Auswertung der Computertomogramme anhand der fotographischen Dokumente und/oder der Floppy-Disketten. Bei mehrfachuntersuchten Patienten ist - ausgenommen die Verlaufsbeobachtungen - die jeweils neueste CT-Untersuchung innerhalb des obengenannten Zeitraums als maßgeblich zur vorliegenden Analyse herangezogen worden.

Analysiert wurden die Topographie, Größe, Anzahl, Form, sowie Konturen der Lebermetastasen. Die Größenbewertung erfolgte anhand des automatisch in jedes Bild eingeblendeten Maßstabs. In die Analyse ging die jeweils kleinste und größte Metastase innerhalb ein und derselben Metastasenleber ein. Darüberhinaus erfolgte eine detaillierte Auswertung der Erscheinungsbilder der Lebermetastasen:

a) nach der numerischen Erfassung der Absorptionswerte
b) nach dem visuellen Eindruck

Die numerische Erfassung der Absorptionswerte erfolgte über Teilbereichsmarkierung mit Hilfe eine Proportionalitätsgebers ("joystick") oder mit Hilfe einer Meßaufnahme in Hounsfield-Einheiten (HE): Bei Fensterbreite Null und kontinuierlicher Verschiebung des Fensterzentrums bezeichnet die Höhe des Schwarz-Weiß-Umschlagpunktes den Absorptionswert des jeweiligen Bildpunktes, der am Bildrand abgelesen werden kann. Bei der Teilbereichsmarkierung

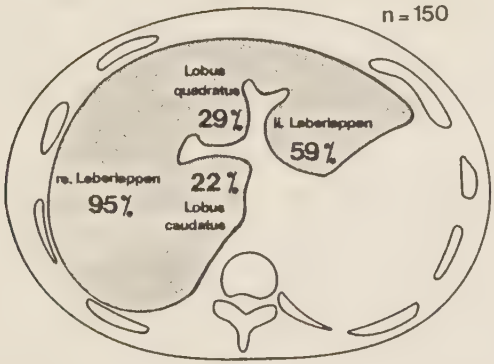
wird mit Hilfe eines elektronischen Griffels eine Meßstelle an frei wählbarer Stelle ins Bild eingeblendet. Da bei der Teilbereichsmarkierung immer mittlere Absorptionswerte über einer Fläche bzw. einem Volumen von mehreren Pixels bzw. Voxels gemessen werden, bietet sich dieses Verfahren zur Dichtebestimmung größerer Areale homogener Strahlentransparenz an, während die Meßaufnahmetechnik zur Absorptionswertebestimmung sehr kleiner Zonen unterschiedlicher Strahlentransparenz vorzuziehen ist.

3. ERGEBNISSE

3.1 Verteilung der Metastasen auf die verschiedenen Leberlappen

Für die vier verschiedenen Leberlappen konnten im CT-Bild unterschiedliche Häufigkeiten des metastatischen Befalls vorgefunden werden. Abb. 1 verdeutlicht die Metastasierungshäufigkeit in den rechten Leberlappen, linken Leberlappen, Lobus quadratus und Lobus caudatus.

Abb. 1: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit)
Metastatischer Befall der verschiedenen Leberlappen
(n = 150)



Mit Abstand am häufigsten war die Metastasierung in die beiden erstgenannten, die zwei großen Leberlappen, zu diagnostizieren. Dabei war der rechte Leberlappen bei 95% der Patienten (143 Fälle) am häufigsten befallen (Abb. 1); insgesamt fehlte lediglich bei sieben Patienten mit vier verschiedenen Primärtumoren (Tab. 3) der Befall des rechten Leberlappens.

In der Häufigkeit folgte ein Befall des linken Leberlappens, der bei durchschnittlich 59% der Patienten (88 Fälle) von der Metastasierung betroffen war. Bei malignem Melanom, Prostata-Karzinom und bei den okkulten Primärtumoren war für alle Patienten ein Befall des linken Leberlappens zu diagnostizieren, wobei allerdings jeweils kleine Fallzahlen vorlagen. Das Magen-Karzinom war der einzige Primärtumor, der beim vorliegenden Patientenkollektiv eine häufigere Metastasierung in den linken Leberlappen als in den rechten Leberlappen aufwies (Tab. 3, Abb. 7a). Nur bei einem Primärtumor, dem Gallenblasenkarzinom, kam kein Fall mit Metastasierung in den linken Leberlappen vor.

In der Häufigkeit folgten den beiden großen Leberlappen bereits mit deutlichem Abstand der Lobus quadratus mit durchschnittlich 29% der Patienten (43 Fälle). Nur bei drei Primärtumoren lag der Anteil der Patienten bei über 50% (Tab. 3). Unter diesen befand sich mit dem Bronchialkarzinom ein Primärtumor mit grösserer Fallzahl, der eine Metastasierung in den Lobus quadratus bei 73% der entsprechenden Patienten (8 Fälle) aufwies. Bei fünf Primärtumoren trat kein Befall des Lobus quadratus auf (Tab. 3), darunter befand sich das Pankreaskarzinom als drittgrößtes Einzelkollektiv.

Den seltensten Metastasenbefall zeigte der Lobus caudatus mit durchschnittlich 22% der Patienten (33 Fälle). Mit 45% der entsprechenden Patienten (5 Fälle) zeigte das Bronchialkarzinom als einziges der größeren Einzelkollektive einen relativ häufigen Befall dieses Leberlappens. Bei sechs Primärtumoren fehlte der metastasäre Befall des Lobus caudatus gänzlich (Tab. 3). Unter diesen Primärtumoren befand sich erneut das Pankreaskarzinom als Einzelkollektiv mit verhältnismäßig großer Fallzahl.

Der isolierte Befall eines einzigen Leberlappens war mit 40% der Patienten (60 Fälle) erheblich seltener als der kombinierte Befall mehrerer Leberlappen gleichzeitig, der bei 60% der Patienten (90 Fälle) anzutreffen war.

Die mit Abstand häufigste Manifestationsart des isolierten Befalls war die Metastasierung in den rechten Leberlappen, dies war bei insgesamt 35% der Patienten (53 Fälle) zu diagnostizieren. Bis auf das maligne Melanom wiesen alle Primärtumoren Fälle mit diesem Metastasierungstyp auf. Häufigstes Metastasierungsmuster war der isolierte Befall des rechten Leberlappens bei Gallenblasenkarzinom mit 100% der jeweiligen Patienten (3 Fälle), bei malignem Lymphom mit 67% der Patienten (4 Fälle), bei 67% der Patienten mit Pankreaskarzinom (8 Fälle), bei 67% der Patienten mit Teratokarzinom des Hodens (2 Fälle), bei 63% der Patienten mit Nierenkarzinom (5 Fälle), bei 31% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (12 Fälle) und bei 50% der Patienten mit Ovarialkarzinom (4 Fälle).

Zu unterscheiden war ein isolierter Befall des rechten Leberlappens durch zwei, drei oder multiple Metastasen vom isolierten Befall durch solitäre Metastasen. Ersteres lag bei 19% des Patientenguts (29 Fälle) vor, letzteres bei 16% der Patienten (24 Fälle).

Während allerdings bei Gallenblasenkarzinom, Nierenkarzinom, Teratokarzinom des Hodens und kolorektalem Karzinom das Verhältnis von solitärem Befall und dem Befall durch zwei, drei oder multiple Metastasen praktisch ausgeglichen war, so war das bei den übrigen drei Tumoren nicht der Fall. Der isolierte Befall des rechten Leberlappens war beim Ovarialkarzinom in keinem der vier Fälle und beim Pankreaskarzinom nur in einem der acht Fälle von einer Solitärmetastase verursacht, während beim malignen Lymphom in allen vier Fällen solitäre Infiltrate vorlagen.

Dem gegenüber stehen nur 5% der Patienten (7 Fälle), bei denen der linke Leberlappen isoliert von der Metastasierung betroffen war. Es waren dies 33% der Patienten mit Magenkarzinom (Abb. 7b) (2 Fälle), 33% der Patienten mit Uteruskarzinom (1 Fall), 10% der Patienten mit Mammakarzinom (3 Fälle) und 3% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (1 Fall).

Es fiel auf, daß es sich in allen Fällen mit isoliertem Befall des linken Leberlappens um Solitärmetastasen handelte; im untersuchten Patientenkollektiv existierte also kein Fall, bei dem multiple Lebermetastasen auf den linken Leberlappen beschränkt festgestellt werden konnten.

Ebenso konnte bei keinem der 150 Patienten der isolierte Befall eines der kleinen Leberlappen, Lobus quadratus und Lobus caudatus, weder durch solitäre noch durch multiple Metastasen festgestellt werden.

Bezüglich des kombinierten Befalls mehrerer Leberlappen gleichzeitig war die häufigste Manifestationsart mit 26% der Patienten (39 Fälle) die gleichzeitige Metastasierung in den rechten und linken Leberlappen. Es fehlte diese häufigste Kombination nur bei einigen Primärtumoren mit kleinen Fallzahlen, nämlich bei Uteruskarzinom, Gallenblasenkarzinom, Ösophaguskarzinom, Teratokarzinom des Hodens, Leiomyosarkom und Prostatakarzinom. Bei folgenden Primärtumoren war der kombinierte Befall der beiden großen Leberlappen der häufigste Metastasierungstyp: bei Mammakarzinom mit 39% der Patienten (12 Fälle) und bei Karzinoid mit 67% der Patienten (2 Fälle).

Bei 17% der Patienten (26 Fälle) waren alle vier Leberlappen gleichzeitig von der Metastasierung betroffen. Nur beim Bronchialkarzinom war dieser Metastasierungstyp mit 45% der Patienten (5 Fälle) der häufigste und vorherrschende. In den größeren Einzelkollektiven war dieses Metastasierungsmuster mit 23% bei Patienten mit kolorektalem Karzinom (9 Fälle) mit 16% bei Patienten mit Mammakarzinom (5 Fälle) vertreten (Abb. 7b). Sechs Primärtumoren wiesen jeweils einen Fall dieses Metastasierungstyps auf: Ovarialkarzinom, Magenkarzinom, Leiomyosarkom, malignes Melanom, Prostatakarzinom und die okkulten Karzinome. Bei den übrigen Primärtumoren fehlte eine Metastasierung in allen Leberlappen.

Tabelle 3: Lebermetastasen im CT-Bild Nativscan/5 s Scanzeit).
Metastasierung in die einzelnen Leberlappen.
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor	Metastasenlokalisation								
		Rechter Leberlappen		Linker Leberlappen		Lobus quadratus		Lobus caudatus	
	n	n	%	n	%	n	%	n	%
Kolorektales Karzinom	39	38	97%	23	59%	14	36%	12	31%
Mammakarzinom	31	28	90%	22	71%	7	23%	6	19%
Pankreaskarzinom	12	12	100%	4	33%	-	-	-	-
Bronchialkarzinom	11	11	100%	9	82%	8	73%	5	45%
Nierenkarzinom	8	8	(100%)	3	(38%)	1	(13%)	-	(-)
Ovarialkarzinom	8	8	(100%)	4	(50%)	1	(13%)	1	(13%)
Magenkarzinom	6	4	(67%)	5	(83%)	2	(33%)	1	(17%)
Malignes Lymphom	6	6	(100%)	2	(34%)	-	(-)	1	(17%)
Teratokarzinom	4	4	(100%)	1	(25%)	2	(50%)	1	(25%)
Gallenblasenkarzinom	3	3	(100%)	-	(-)	-	(-)	-	(-)
Karzinoid	3	3	(100%)	2	(67%)	-	(-)	-	(-)
Leiomyosarkom	3	3	(100%)	1	(34%)	1	(34%)	2	(67%)
Ösophaguskarzinom	3	3	(100%)	1	(33%)	1	(33%)	1	(33%)
Uteruskarzinom	3	2	(67%)	2	(67%)	1	(33%)	-	(-)
Malignes Melanom	2	2	(100%)	2	(100%)	1	(50%)	1	(50%)
Malignes Thymom	2	2	(100%)	1	(50%)	-	(-)	-	(-)
Prostatakarzinom	1	1	(100%)	1	(100%)	1	(100%)	1	(100%)
Unbekannt	5	5	(100%)	5	(100%)	3	(60%)	1	(22%)
Total	150	143	95%	88	59%	43	29%	33	22%

Acht Prozent der Patienten (12 Fälle) zeigten einen gleichzeitigen Befall von linkem Leberlappen, rechtem Leberlappen und Lobus quadratus. Am häufigsten waren betroffen: 40% der Patienten mit okkultem Primärtumor (2 Fälle), das Bronchialkarzinom mit 27% der Patienten (3 Fälle) und das kolorektale Karzinom mit 5% der Patienten (2 Fälle). Einen Fall dieses Metastasierungstyps wiesen das Mammakarzinom, Nierenkarzinom, Uteruskarzinom, Ösophaguskarzinom und Teratokarzinom des Hodens auf. Bei 3% der Patienten (4 Fälle) waren der rechte Leberlappen, linke Leberlappen und Lobus caudatus gleichzeitig von der Metastasierung betroffen. Es war dies der Fall bei 17% der Patienten mit malignem Lymphom (1 Fall), 9% der Patienten mit Mammakarzinom und 5% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (2 Fälle).

Drei Prozent des Patientenkollektivs (5 Fälle) zeigten eine kombinierte Metastasierung in den rechten Leberlappen und Lobus quadratus. Es waren dies 16% der Patienten mit Magenkarzinom (1 Fall), 8% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (3 Fälle) und 3% der Patienten mit Mammakarzinom (1 Fall).

Zwei Prozent der Patienten (3 Fälle) zeigten eine gleichzeitige Metastasierung in den rechten Leberlappen und Lobus caudatus. Dies waren 33% der Patienten mit Leiomyosarkom (1 Fall), 33% der Patienten mit Ösophaguskarzinom (1 Fall) und 3% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (1 Fall).

Lediglich ein Patient mit Teratokarzinom des Hodens (0,7% des Patientenguts) zeigte den Metastasierungstyp des kombinierten Befalls von rechtem Leberlappen, Lobus quadratus und Lobus caudatus.
Abschließend ist festzustellen, daß bezüglich aller Metastasierungsmuster, die einen kombinierten Befall mehrerer Leberlappen gleichzeitig aufwiesen, eine Beteiligung des rechten Leberlappens vorzufinden war. Eine Kombination des linken Leberlappens mit einem oder beiden kleinen Leberlappen war im untersuchten Patientengut ebensowenig zu diagnostizieren wie der kombinierte Befall der beiden kleinen Leberlappen allein.

3.2 Zentrale bzw. marginale Lage der Metastasen

Bezüglich der intrahepatischen Lage der Metastasen konnten zentrale und marginal gelegene Tochtergeschwülste differenziert werden. Während erstere keinen lagemäßigen Bezug zum dargestellten Leberrand hatten, waren letztere direkt am Leberrand gelegen und/oder buckelten sich in vielen Fällen über diesen vor (Abb. 7b).

Im untersuchten Patientenkollektiv war das Verhältnis von zentralen und marginalen Metastasen praktisch ausgeglichen, bei 88% des Patientenguts (132 Fälle) waren marginale Metastasen zu diagnostizieren, bei 86% der Patienten (129 Fälle) zentral gelegene.

Aus den Zahlen ergibt sich, daß die Kombination aus zentralen und marginalen Lebertumoren, der mit Abstand häufigste Befund war. Bei 74% der Patienten (111 Fälle) lag diese Kombination vor. Bei drei Primärtumorgattungen, nämlich dem Bronchialkarzinom, den okkulten Karzinomen und dem Prostatakarzinom lag bei allen Patienten die Kombination aus zentralen und marginalen Metastasen vor; darüber hinaus fehlte bei keinem der Primärtumoren, auch nicht bei denen mit kleinen Fallzahlen, diese Kombination völlig.

Ausschließlich marginale Metastasen lagen bei 14% der Patienten (21 Fälle) vor. Am häufigsten war diese Manifestationsart bei 50% der Patienten mit malignem Lymphom (3 Fälle), bei 33% der Patienten mit Magenkarzinom (2 Fälle), bei 15% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (6 Fälle) und bei 6% der Patienten mit Mammakarzinom (2 Fälle). Auffallend war hierbei, daß, bei allerdings kleiner Fallzahl, die Hälfte der Patienten mit malignem Lymphom eine ausschließlich marginale Metastasierung aufwiesen. Jeweils ein Fall dieses Metastasierungstyps trat bei acht weiteren Primärtumoren auf, bei sechs Primärtumoren kam

dieses Metastasierungsmuster nicht vor (alles kleine Fallzahlen).

Zwölf Prozent (18 Fälle) wiesen die seltenste Manifestationsart, nämlich ausschließlich zentral gelegene Lebermetastasen auf. Am häufigsten betroffen waren 25% der Patienten mit Nierenkarzinom (2 Fälle), 25% der Patienten mit Pankreaskarzinom (3 Fälle), 16% der Patienten mit Mammakarzinom (5 Fälle) und 5% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (2 Fälle).

Sechs weitere Primärtumorgattungen wiesen jeweils einen Fall mit ausschließlich zentraler Metastasierung auf; bei acht Primärtumorgattungen kam kein Fall diese Metastasierungstyps vor (alles kleine Fallzahlen).

Aus Tab. 4 wird die Verteilung der intrahepatischen Metastasenlokalisation in Relation zu den Primärtumoren ersichtlich.

Tabelle 4: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).
Lokalisation der Metastasen.
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor		Lokalisation der Metastasen			
		Zentral		Marginal	
	n	n	%	n	%
Kolorektales Karzinom	39	33	85%	37	95%
Mammakarzinom	31	29	94%	26	84%
Pankreaskarzinom	12	11	92%	9	75%
Bronchialkarzinom	11	11	100%	11	100%
Nierenkarzinom	8	7	(88%)	6	(75%)
Ovarialkarzinom	8	7	(88%)	7	(88%)
Magenkarzinom	6	4	(67%)	6	(100%)
Malignes Lymphom	6	3	(50%)	6	(100%)
Teratokarzinom	4	3	(75%)	4	(100%)
Gallenblasenkarzinom	3	2	(67%)	2	(67%)
Karzinoid	3	2	(67%)	3	(100%)
Leiomyosarkom	3	3	(100%)	2	(67%)
Ösophaguskarzinom	3	3	(100%)	2	(67%)
Uteruskarzinom	3	2	(67%)	2	(67%)
Malignes Melanom	2	2	(100%)	1	(50%)
Malignes Thymom	2	1	(50%)	2	(100%)
Prostatakarzinom	1	1	(100%)	1	(100%)
Unbekannt	5	5	(100%)	5	(100%)
Total	150	129	86%	132	88%

3.3 Anzahl der Metastasen

In unterschiedlicher Häufigkeit konnten im untersuchten Patientengut von der Solitärmetastase bis zur multiplen Durchsetzung der Leber mit Tochtergeschwülsten alle Verteilungsmuster vorgefunden werden. Für die vorliegende Arbeit wurde deshalb eine willkürliche Unterteilung in vier Gruppen vorgenommen, nämlich solitäre Metastasierung, zweifache, dreifache, sowie vier- und mehrfache Metastasierung.

Die Mehrzahl der Patienten wies eine ausgedehnte Metastasierung auf; es waren 69% der Patienten (104 Fälle) von multiplen Metastasen betroffen (Abb. 7b). Bei den vorliegenden Primärtumoren lag der Anteil der multiplen Metastasierung pro Tumorgattung jeweils über 30%. Es lag kein Primärtumor vor, bei dem kein Fall von multipler Metastasierung auftrat. Vier Primärtumoren mit kleiner Fallzahl wiesen sogar bei allen Patienten vier und mehr Metastasen auf (Tab. 5).

Nur bei malignem Lymphom und bei Uteruskarzinom lag der Anteil der Patienten mit multiplen Tochtergeschwülsten unter 50% (Tab. 5).

Der zweithäufigste Metastasierungstyp war die Solitärmetastase, (Abb. 7a), die bei 21% der Patienten (31 Fälle) vorzufinden war (9 Solitärmetastasen waren bioptisch gesichert). Beim malignem Lymphom und bei Uteruskarzinom betrug der Anteil der Fälle mit solitärer Metastasierung, bei allerdings kleinen Fallzahlen, mehr als die Hälfte der Patienten.

Neun weitere Primärtumorgattungen wiesen Solitärmetastasen auf, während bei sieben Primärtumoren keine solitäre Metastasierung vorkam (Tab. 5). Es fiel auf, daß sich unter den letztgenannten sieben Primärtumoren auch das Bronchialkarzinom als viertgrößtes Einzelkollektiv befand.

Mit 77% der Patienten waren Solitärmetastasen häufiger im rechten Leberlappen lokalisiert (24 Fälle) als mit 23% der Patienten (7 Fälle) im linken Leberlappen. Auffallend war, daß mit 74% der Patienten (23 Fälle) marginal gelegene Solitärmetastasen wesentlich häufiger waren als zentral gelegene, die bei 26% der Patienten (8 Fälle) zu diagnostizieren waren.

Tabelle 5: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).

Anzahl der Metastasen
(nach Primärtumoren) (n = 150)

		Solitärmetastase		2 Metastasen		3 Metastasen		> 3 Metastasen	
Primärtumor	n	n	%	n	%	n	%	n	%
Kolorektales Karzinom	39	8	21%	3	8%	2	5%	26	67%
Mammakarzinom	31	6	19%	1	3%	3	10%	21	68%
Pankreaskarzinom	12	1	8%	2	17%	1	8%	8	67%
Bronchialkarzinom	11	-	-	1	9%	-	-	10	91%
Nierenkarzinom	8	3	38%	-	-	-	-	5	63%
Ovarialkarzinom	8	-	-	1	13%	-	-	7	88%
Malignes Lymphom	6	4	67%	-	-	-	-	2	33%
Magenkarzinom	6	3	50%	-	-	-	-	3	50%
Teratokarzinom	4	1	25%	-	-	-	-	3	75%
Gallenblasenkarzinom	3	1	33%	-	-	-	-	2	67%
Karzinoid	3	1	33%	-	-	-	-	2	67%
Leiomyosarkom	3	-	-	-	-	-	-	3	100%
Ösaphaguskarzinom	3	1	33%	-	-	-	-	2	67%
Uteruskarzinom	3	2	67%	-	-	-	-	1	33%
Malignes Melanom	2	-	-	-	-	-	-	2	100%
Malignes Thymom	2	-	-	1	50%	-	-	1	50%
Prostatakarzinom	1	-	-	-	-	-	-	1	100%
Unbekannt	5	-	-	-	-	-	-	5	100%
Total	150	31	21%	9	6%	6	4%	104	69%

Das Magenkarzinom war der einzige Primärtumor, der mehr Solitärmetastasierungen in den linken Leberlappen (2 Fälle) als in den rechten Leberlappen (1 Fall) aufwies (Abb. 7a).

Solitärmetastasen in den kleinen Leberlappen traten im untersuchten Patientenkollektiv in keinem Fall auf.

Eine zweifache Metastasierung war bei acht Patienten mit sechs verschiedenen Primärtumoren festzustellen (Tab. 5). Am häufigsten war davon das maligne Thymom mit 50% (1 Fall) und das Pankreaskarzinom mit 17% der Patienten (2 Fälle) betroffen.

Zweifache Metastasierung kam sowohl in einem Leberlappen als auch in der Kombination zweier Leberlappen vor. Bei vier Fällen war der rechte Leberlappen allein von der zweifachen Metastasierung betroffen, in drei Fällen rechter und linker Leberlappen und in einem Fall rechter Leberlappen und Lobus caudatus.

Eine dreifache Metastasierung lag bei sechs Patienten mit drei verschiedenen Primärtumoren vor (Tab. 5). Am häufigsten war das Mammakarzinom mit 10% der Patienten (3 Fälle) und das Pankreaskarzinom mit 8% der Patienten (1 Fall) betroffen. In vier Fällen war dabei ausschließlich der rechte Leberlappen betroffen, in zwei Fällen rechter und linker Leberlappen kombiniert.

Die beiden letztgenannten Metastasierungsmuster des zwei- und dreifachen Metastasenbefalls waren für keinen Primärtumor der vorherrschende Metastasierungstyp.

3.4 Größe der Metastasen

Die kleinsten computertomographisch erfaßten Lebermetastasen maßen ca. 0,5 cm im Durchmesser und existierten bei allen Primärtumoren in mindestens einem Fall, die größte Metastase maß ca. 19 cm im Durchmesser bei einem Patienten im kolorektalem Karzinom.

Innerhalb der Primärtumorgattungen (Abb. 2), aber auch innerhalb ein und derselben Metastasenleber konnten die Metastasengrößen in einem weiten Bereich variieren (Abs. 7b).

Für die vorliegende Studie wurden die Patienten nach den im CT-Bild vorgefundenen Metastasengrößen willkürlich in vier Gruppen eingeteilt: (1) Metastasengröße bis max. 2 cm Durchmesser, (2) Metastasengröße bis max. 5 cm Durchmesser, (3) Metastengrösse bis max. 10 cm Durchmesser und (4) Metastasengröße über 10 cm Durchmesser. Aus Tab. 6 wird die Häufigkeitsverteilung auf die verschiedenen Größenbereiche ersichtlich.

Die meisten Patienten, nämlich 48% (72 Fälle) wiesen Metastasen der zweiten Größengruppe (bis max. 5 cm Durchmesser) auf. Abgesehen von den Primärtumoren mit sehr kleiner Fallzahl war diese Größengruppe bei 83% der Patienten mit Magenkarzinom am häufigsten (5 Fälle). Es folgen in der Häufigkeit 58% der Patienten mit Pankreaskarzinom (7 Fälle) und 55 % der Patienten mit Bronchialkarzinom (6 Fälle). Bei keiner Primärtumorgattung fehlten Lebermetastasen dieses Größenbereichs. Am zweithäufigsten waren mit 23% (35 Fälle) im untersuchten Kollektiv Patienten mit Metastasen bis zu maximal 10 cm im Durchmesser (Abb. 7b) während Metastasen über 10 cm Durchmesser bei insgesamt 7% der Patienten (11 Fälle) anzutreffen waren.

Abb. 2: Lebermetastasen im CT-Bild. (Nativscan/5 s Scanzeit).
Schwankungsbreite der Metastasengröße (cm Ø)
(nach Primärtumoren) (n = 150)

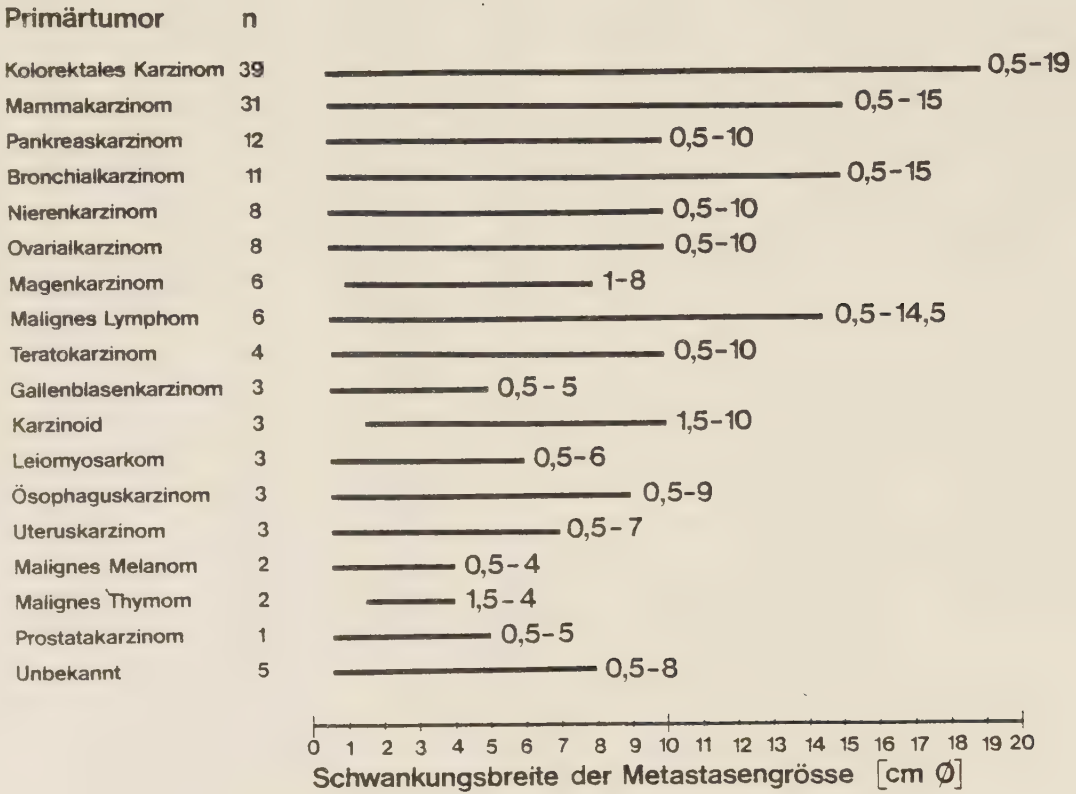


Tabelle 6: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).

Größe der Metastasen

(nach Primärtumoren) (n = 150)

		Metastasendurchmesser (cm)							
		max. 2 cm Ø		max. 5 cm Ø		max. 10 cm Ø		> 10 cm Ø	
Primärtumor	n	n	%	n	%	n	%	n	%
Kolorektales Karzinom	39	9	23%	14	36%	15	38%	1	3%
Mammakarzinom	31	10	32%	14	45%	2	6%	5	16%
Pankreaskarzinom	12	2	17%	7	58%	3	25%	0	-
Bronchialkarzinom	11	1	9%	6	55%	1	9%	3	27%
Nierenkarzinom	8	2	25%	3	38%	3	38%	0	-
Ovarialkarzinom	8	2	25%	3	38%	3	38%	0	-
Malignes Lymphom	6	1	17%	3	50%	1	17%	1	17%
Magenkarzinom	6	0	-	5	83%	1	17%	0	-
Teratokarzinom	4	1	25%	2	50%	1	25%	0	-
Gallenblasenkarzinom	3	1	33%	2	67%	0	-	0	-
Karzinoid	3	0	-	1	33%	1	33%	1	33%
Leiomyosarkom	3	0	-	2	67%	1	33%	0	-
Ösophaguskarzinom	3	0	-	2	67%	1	33%	0	-
Uteruskarzinom	3	1	33%	1	33%	1	33%	0	-
Malignes Melanom	2	0	-	2	100%	0	-	0	-
Malignes Thymom	2	1	50%	1	50%	0	-	0	-
Prostatakarzinom	1	0	-	1	100%	0	-	0	-
Unbekannt	5	1	20%	3	60%	1	20%	0	-
Total	150	32	21%	72	48%	35	23%	11	7%

Die Häufigkeitsverteilung in Bezug auf die einzelnen Primärtumoren ist detailliert Tabelle 6 zu entnehmen. Metastasen dieser erheblichen Größe (i. e. mit maximalen Durchmessern von 10 cm oder von mehr als 10 cm) waren bei kolorektalen Karzinomen mit zusammengenommen 41% insgesamt etwas häufiger als Metastasen bis zu 5 cm im Durchmesser (36%), während sie bei Mammakarzinomen, Pankreaskarzinomen und Bronchialkarzinomen als den nächstgrößten Teilkollektiven halb so häufig (Mamma- bzw. Pankreaskarzinomen) vorkamen wie Metastasen bis zu einem maximalen Durchmesser von 5 cm, bzw. in einer Häufigkeitsverteilung von zwei zu drei (Bronchialkarzinom). Bei Nieren- und Ovarialkarzinomen waren Metastasen beider Größengruppen etwa gleich häufig vertreten, während zwei von drei Patienten mit Karzinoiden Metastasen mit einer maximalen Größe von 10 cm oder mehr aufwiesen. Bei vier verschiedenen Primärtumoren fehlten Metastasen dieser Größenordnung vollständig (Tab. 6).

Die Gruppe der kleinsten Metastasen (bis max. 2 cm Durchmesser) lag bei 21% aller Patienten vor (32 Fälle). Bei insgesamt ausgeglichener Verteilung fiel auf, daß das Bronchialkarzinom mit 9% der Patienten (1 Fall) am seltensten von den größeren Teilkollektiven betroffen war. Von den insgesamt sechs Primärtumorgattungen, die keine Metastasen dieser Größenordnung aufwiesen, fiel das Magenkarzinom als größtes dieser nicht betroffenen Teilkollektive auf.

Bei der Betrachtung der Relation von Metastasengröße und Anzahl der Metastasen stellt sich für die ersten drei Größengruppen folgendes ausgeglichenes Bild dar:

(1) bis zu max. 2 cm: 56% multiple (18 Fälle), 18% solitäre (6 Fälle), 13% zweifache (4 Fälle) und 13% dreifache (4 Fälle) Metastasierungen

(2) bis zu max. 5 cm: 71% multiple (51 Fälle), 24% solitäre (17 Fälle), 4% zweifache (3 Fälle) und 1% dreifache (1 Fall) Metastasierungen;

(3) bis zu max. 10 cm: 69% multiple (24 Fälle), 23% solitäre (8 Fälle) und 9% zweifache (3 Fälle) Metastasierungen.

Eine Besonderheit ergab sich für die Gruppe der Metastasen über 10 cm Durchmesser; alle 11 Patienten mit Metastasen dieser Grössenordnung zeigten multiple Metastasierung. Solitäre bzw. zwei oder drei Tochtergeschwülste lagen bei keinem dieser Patienten vor.

3.5 Form der Metastasen

Der Form nach wurde nach dem computertomographischen Erscheinungsbild eine Einteilung in drei Gruppen, nämlich runde, ovaläre und polyzyklisch geformte Lebermetastasen, vorgenommen.

Bei 83% der Patienten (124 Fälle) wurden runde Metastasen diagnostiziert, die damit das bei weitem häufigste Erscheinungsbild abgaben. Der runde Metastasentyp war der einzige, der bei allen Primärtumorgattungen zu diagnostizieren war; bei neun verschiedenen Primärtumoren waren runde Metastasen sogar bei jedem Patienten vorhanden (Tab. 7). Unter diesem Primärtumoren befand sich auch das Bronchialkarzinom mit der relativ großen Fallzahl von elf Patienten, die alle runde Metastasen aufwiesen.

Am zweithäufigsten wurden bei 48% der Patienten (72 Fälle) polyzyklisch geformte Metastasen diagnostiziert. Am häufigsten betroffen waren, bei allerdings kleiner Fallzahl, das Prostatakarzinom mit 100% der Patienten (1 Fall), die okkulten Primärtumoren mit 80% der Patienten (4 Fälle) und das Gallenblasenkarzinom mit 67% der Patienten (2 Fälle).

Bei vier verschiedenen Primärtumoren mit kleiner Patientenzahl wurden bei keinem Patienten polyzyklisch geformte Metastasen diagnostiziert (Tab. 7).

Nur 16% aller Patienten (24 Fälle) wiesen ovalär geformte Lebermetastasen auf. Am häufigsten betroffen waren 67% der Patienten mit Ösophaguskarzinom (2 Fälle) und 67% der Patienten mit Karzinoid (2 Fälle). Acht verschiedene Primärtumoren wiesen keine Patienten mit ovalären Metastasen auf (Tab. 7); unter diesen bildeten die Patienten mit malignem Lymphom das größte

Einzelkollektiv.

Der Befall mit Metastasen ein und desselben Formtyps lag im untersuchten Patientengut mit 57% der Patienten (86 Fälle) geringfügig häufiger vor als der kombinierte Befall mit Metastasen unterschiedlichen Formtyps, der bei 43% der Patienten (64 Fälle) auftrat.

Die häufigste Manifestationsart war das Auftreten von ausschließlich rundlichen Metastasen; dies lag bei 40% der Patienten (60 Fälle) vor (Abb. 7c). Bei folgenden Primärtumoren mit allerdings kleiner Fallzahl war es die einzige vorkommende Manifestationsart: bei Uteruskarzinom und bei malignem Melanom. Bei sechs weiteren Primärtumoren war es die vorherrschende Manifestationsart, nämlich bei 75% der Patienten mit Teratokarzinom des Hodens (3 Fälle), 67% der Patienten mit malignem Lymphom (4 Fälle), 67% der Patienten mit Leiomyosarkom (2 Fälle), 55% der Patienten mit Bronchialkarzinom (6 Fälle), 35% der Patienten mit Mammakarzinom (11 Fälle) und 33% der Patienten mit Pankreaskarzinom (4 Fälle).

Das ausschließliche Auftreten von runden Metastasen fehlte nur bei einem Primärtumor, dem Prostatakarzinom.

Zweithäufigste Manifestationsart war das kombinierte Auftreten von runden und polyzyklisch geformten Lebermetastasen (Abb. 7d). Insgesamt zeigten 31% der Patienten (46 Fälle) diese Kombinaton. Dominierende Erscheinungsart war dieses kombinierte Auftreten bei Prostatakarzinom, sowie bei 80% der Patienten mit okkultem Primärtumor (4 Fälle), bei 44% der Patienten mit korektalem Karzinom (17 Fälle) und bei 38% der Patienten mit Ovarialkarzinom (3 Fälle).

Nur bei einigen Primärtumoren mit kleiner Fallzahl, nämlich Uteruskarzinom, Gallenblasenkarzinom, Ösophaguskarzinom, Karzinoid,

malignem Melanom und malignem Thymom fehlte die erwähnte Kombination ganz.

Am dritthäufigsten war ein Befall der Leber durch ausschließlich polyzyklisch geformte Metastasen; dies war bei 13% der Patienten (20 Fälle) der Fall.

Am häufigsten davon betroffen waren 67% der Patienten mit Gallenblasenkarzinom (2 Fälle), 38% der Patienten mit Nierenkarzinom (3 Fälle), 33% der Patienten mit Magenkarzinom (2 Fälle), 18% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (7 Fälle) und 13% der Patienten mit Mammakarzinom (4 Fälle). Ovarialkarzinom und malignes Lymphom wiesen jeweils einen Fall mit dieser Kombination auf.

In der Häufigkeit folgt die Kombination aus runden und ovalären Metastasen mit 9% der Patienten (13 Fälle). Am häufigsten betroffen waren 67% der Patienten mit Ösophaguskarzinom (2 Fälle), 25% der Patienten mit Pankreaskarzinom (3 Fälle) und 10% der Patienten mit Mammakarzinom (3 Fälle). Jeweils einen Fall mit dieser Kombination wiesen das kolorektale Karzinom, das Nierenkarzinom, das Ovarialkarzinom, das Magenkarzinom und das maligne Thymom auf.

Ausschließlich ovale Metastasen zeigten lediglich 4% der Patienten (6 Fälle). Am häufigsten zeigte das Pankreaskarzinom diese Manifestationsart mit 25% der entsprechenden Patienten (3 Fälle). Jeweils einen Fall mit ausschließlich ovalären Metastasen wiesen kolorektales Karzinom, Mammakarzinom und Karzinoid auf.

Am seltensten war die Kombination aus allen drei Metastasenformen zu diagnostizieren. Nur 3% der Patienten (5 Fälle) zeigten

runde, ovaläre und polyzyklisch geformte Metastasen gleichzeitig. Zwei Patienten mit Mammakarzinom und jeweils ein Patient mit Bronchialkarzinom, Ovarialkarzinom und Karzinoid zeigten dieses Erscheinungsbild.

Im untersuchten Patientenkollektiv war bei allen Metastasenkombinationen hinsichtlich der Konturierung runde Tochtergeschwülste beteiligt. Eine Kombination aus ovalären und polyzyklisch geformten Metastasen allein konnte in keinem Fall vorgefunden werden.

Tabelle 7: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).
Form und Konturen der Metastasen
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor		Form						Konturen			
		Rund		Ovalär		Polyzyklisch		Scharf		Unscharf	
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Kolorektales Karzinom	39	31	80%	2	5%	25	64%	33	85%	25	64%
Mammakarzinom	31	26	84%	6	19%	16	52%	27	87%	12	39%
Pankreaskarzinom	12	9	75%	6	50%	2	17%	11	92%	3	27%
Bronchialkarzinom	11	11	100%	1	9%	5	45%	10	91%	5	45%
Nierenkarzinom	8	5	(45%)	1	(13%)	4	(50%)	4	(50%)	5	(63%)
Ovarialkarzinom	8	7	(88%)	2	(25%)	5	(63%)	6	(75%)	4	(50%)
Malignes Lymphom	6	5	(83%)	0	(-)	2	(33%)	4	(67%)	2	(33%)
Magenkarzinom	6	4	(67%)	1	(17%)	3	(50%)	4	(67%)	2	(33%)
Teratokarzinom	4	4	(100%)	0	(-)	1	(25%)	4	(100%)	0	(-)
Gallenblasenkarzinom	3	1	(33%)	0	(-)	2	(67%)	1	(33%)	3	(100%)
Karzinoid	3	2	(67%)	2	(67%)	1	(33%)	3	(100%)	3	(100%)
Leiomyosarkom	3	3	(100%)	0	(-)	1	(33%)	3	(100%)	1	(33%)
Ösophaguskarzinom	3	3	(100%)	2	(67%)	0	(-)	2	(67%)	1	(33%)
Uteruskarzinom	3	3	(100%)	0	(-)	0	(-)	3	(100%)	0	(-)
Malignes Melanom	2	2	(100%)	0	(-)	0	(-)	2	(100%)	2	(100%)
Malignes Thymom	2	2	(100%)	1	(50%)	0	(-)	2	(100%)	0	(-)
Prostatakarzinom	1	1	(100%)	0	(-)	1	(100%)	0	(-)	1	(100%)
Unbekannt	5	5	(100%)	0	(-)	4	(80%)	5	(100%)	3	(60%)
Total	150	124	83%	24	16%	72	48%	124	83%	72	48%

3.6 Konturen der Metastasen

Nach dem computertomographischen Erscheinungsbild wurde eine Unterteilung in scharf und unscharf konturierte Metastasen vorgenommen. Während bei erster Gruppe eine relativ klare Abgrenzung der Metastasen gegen das umgebende Leberparenchym getroffen werden konnte (Abb. 7a), waren bei letzter Gruppe die Übergänge zwischen den Tochtergeschwülsten und dem Lebergewebe eher fließend.

Im vorliegenden Patientenkollektiv überwogen die scharf konturierten Metastasen bei 83% der Patienten (124 Fälle) deutlich über die unscharf konturierten mit 48% der Patienten (72 Fälle). Bei sieben verschiedenen Primärtumoren waren bei jedem Patienten scharfrandig konturierte Metastasen zu diagnostizieren. (Tab. 7). Nur beim Gallenblasenkarzinom lag der Anteil der von scharfrandigen Metastasen betroffenen Patienten unter 50%, und beim Prostatakarzinom traten die erwähnten Tochtergeschwülste gar nicht auf. Bei allen anderen Primärtumoren lag der Anteil der Betroffenen meist deutlich über 50%; bei den vier größten Einzelkollektiven betrug der Anteil der Patienten mit scharfrandig konturierten Metastasen sogar 85% und mehr (Tab. 7).

Unscharf konturierte Metastasen traten bei 5 verschiedenen Primärtumoren mit kleinen Fallzahlen zu 100% auf (Tab. 7). Nur bei Nierenkarzinom, Gallenblasenkarzinom und Prostatakarzinom traten häufiger unscharf konturierte als scharfrandige Metastasen in Erscheinung.

Bis auf das Teratokarzinom des Hodens, das Uteruskarzinom und das maligne Thymom, bei denen keine Patienten mit unscharf konturierten Metastasen existierten, wiesen alle Primärtumoren Patienten mit unscharfen Tochtergeschwülsten auf, und zwar mit einem Anteil von jeweils mehr als 30%.

Am häufigsten traten scharfrandig konturierte Metastasen alleine auf; dies war bei 52% der Patienten (78 Fälle) der Fall. Bei Teratokarzinom des Hodens, Uteruskarzinom und malignem Thymom war bei allen Patienten ausschließlich diese Manifestationsart zu diagnostizieren.

Dominierendes Erscheinungsmuster war das alleinige Auftreten von scharfrandig konturierten Metastasen bei 75% der Patienten mit Pankreaskarzinom (9 Fälle), bei 67% der Patienten mit Magenkarzinom (4 Fälle), bei 67% der Patienten mit malignem Lymphom (4 Fälle), bei 67% der Patienten mit Ösophaguskarzinom (2 Fälle), bei 67% der Patienten mit Leiomyosarkom (2 Fälle), bei 61% der Patienten mit Mammakarzinom (19 Fälle), bei 55% der Patienten mit Bronchialkarzinom (6 Fälle) und bei 50% der Patienten mit Ovarialkarzinom (4 Fälle).

Bei Gallenblasenkarzinom, Karzinoid, malignem Melanom und Prostatakarzinom wies kein Patient die erwähnte Manifestationsart auf.

Der zweithäufigste Erscheinungstyp war das kombinierte Auftreten von scharfen und unscharfen Metastasen gleichzeitig. 31% der Patienten (46 Fälle) mit 11 verschiedenen Primärtumoren wiesen diese Manifestationsart auf. Bei Karzinoid und malignem Melanom zeigten alle Patienten diese Kombination.

Vorherrschender Erscheinungstyp war die angegebene Kombination bei 60% der Patienten mit okkultem Primärtumor (3 Fälle) und bei 49% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (19 Fälle).

Keinen Fall mit der Kombination aus beiden Metastasentypen lag bei Magenkarzinom, malignem Lymphom, Uteruskarzinom, Ösophaguskarzinom, Teratokarzinom des Hodens, malignem Thymom und Prostatakarzinom vor.

Der seltenste Erscheinungstyp war das alleinige Auftreten von unscharf konturierten Metastasen; dies war bei insgesamt 17% der Patienten mit 11 verschiedenen Primärtumoren (26 Fälle) der Fall. Dominierender Erscheinungstyp war diese Manifestationsart bei 100% der Patienten mit Prostatakarzinom (1 Fall), bei 50% der Patienten mit Nierenkarzinom (4 Fälle) und bei 67% der Patienten mit Gallenblasenkarzinom (2 Fälle).

Bei sechs Primärtumoren fehlte dieser Erscheinungstyp vollständig; dies waren Uteruskarzinom, Teratokarzinom des Hodens, Karzinoid, malignes Melanom, malignes Thymom, Leiomyosarkom und alle okkulten Primärtumoren.

3.7 Numerische Erfassung der Absorptionswerte

In Tabelle 8 sind für alle 150 Patienten geordnet nach den zugrundeliegenden Primärtumoren aufgeführt:

a) die mittleren Absorptionswerte des Leberparenchyms (HE)
b) die jeweils niedrigsten und höchsten Absorptionswerte der Metastasen ein und derselben Metastasenleber (HE)
c) der jeweilige minimale, maximale und durchschnittliche Absorptionswert der Metastasen ein und derselben Metastasenleber (in Prozent der Dichte des zugehörigen Lebergewebes)
d) das computertomographische Erscheinungsbild der Metastasen im Vergleich zum Leberparenchym.

Die Dichtwerte der computertomographisch dargestellten solitären oder multilokulären Lebermetastasen schwankten in einem weiten Bereich zwischen 7 HE (ein Patient mit Leiomyosarkom) und 120 HE (ein Patient mit Mammakarzinom).

Die Absorptionswerte wurden willkürlich in drei Gruppen eingeteilt, nämlich:
-1) Lebermetastasen mit Dichtewerten unter 20 HE
-2) Lebermetastasen mit Dichtewerten von 20 HE bis 60 HE
-3) Lebermetastasen mit Dichtewerten über 60 HE

Es ergab sich eine Konzentration auf den Bereich von 20 HE bis 60 HE. Bis auf einen Patienten mit Mammakarzinom, dessen Solitärmetastase 19 HE aufwies, konnte bei allen Patienten Metastasen von 20 HE bis 60 HE diagnostiziert werden (Tab. 8, Abb. 3). Metastasenlebern, deren Tochtergeschwülste ausschließlich in diesem Dichtebereich lagen, kamen bei 79% der Patienten vor (119 Fälle). Bei keiner Primärtumorgattung fehlten Metastasen dieses Dichtebereichs (Tab. 8 und Abb. 4).

Bei 19 Patienten mit neun verschiedenen Primärtumoren waren auch Metastasen mit Dichtewerten unter 20 HE zu diagnostizieren (Tab. 8, Abb. 3 und Abb. 4).

Am häufigsten traten diese Metastasen auf bei 40% der Patienten mit okkultem Primärtumor (2 Fälle), bei 38% der Patienten mit Nierenkarzinom (3 Fälle), bei 38% der Patienten mit Ovarialkarzinom (3 Fälle) und bei 15% der Patienten mit kolorektalem Karzinom (6 Fälle).

Abb. 3: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit). Verteilung der Metastasen auf die verschiedenen Densitätsbereiche (n = 150)

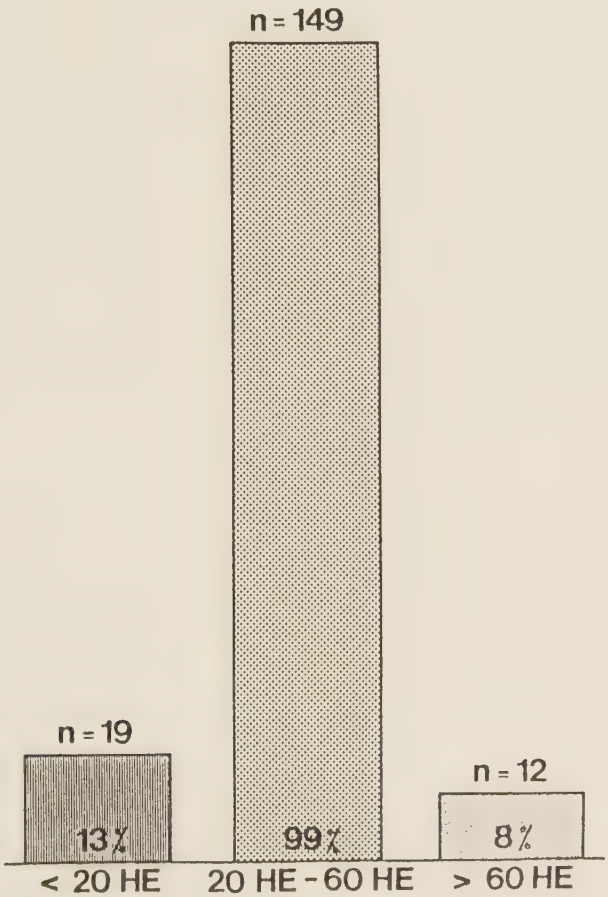


Tabelle 8: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).

Numerische Erfassung der Absorptionswerte

(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor	Absorptionswerte (HE) Leber (mittl. Dichte)	Metastasen	(% d. Leberdichte) min.	max.	mittl.	CT * Erscheinungsbild
1 Kolorektales Karzinom	55	30 - 51	55%	93%	74%	↓ ↑
2 "	61	22 - 32	36%	52%	44%	↓ ↓
3 "	57	21 - 47	37%	82%	60%	↓ ↑
4 "	60	33 - 90	55%	150%	102%	↓ ↑ ↓
5 "	54	30 - 43	55%	80%	68%	↓ ↓
6 "	54	38	70%	70%	70%	↓
7 "	53	28 - 88	53%	166%	110%	↓ ↑
8 "	66	26 - 34	39%	52%	46%	↓ ↓
9 "	63	28 - 33	44%	52%	48%	↓
10 "	65	42 - 47	65%	72%	69%	↓
11 "	53	38 - 45	72%	85%	79%	↓
12 "	59	21 - 48	36%	81%	59%	↓ ↑ ↓
13 "	52	21 - 39	40%	75%	58%	↓ ↓
14 "	59	20 - 48	34%	81%	58%	↓ ↓
15 "	46	20 - 57	44%	124%	84%	↓ ↑

Fortsetzung Tabelle 8.

16	Kolorektales Karzinom	56	22 - 55	39%	98%	69%	↓ ↑
17	"	54	17 - 50	32%	93%	63%	↓ ↑
18	"	56	23 - 57	41%	102%	72%	↓ ↑
19	"	57	33 -114	58%	200%	129%	↓ ↑
20	"	68	18 - 56	26%	82%	54%	↓ ↑ ↓
21	"	48	14 - 56	29%	117%	73%	↓ ↑ ↓
22	"	55	22 - 56	40%	102%	71%	↓ ↑
23	"	55	35 - 48	64%	87%	76%	↓ ↑
24	"	59	34	58%	58%	58%	↓
25	"	58	14 - 46	24%	79%	52%	↓
26	"	51	34 - 64	67%	125%	96%	↓ ↑
27	"	65	45	69%	69%	69%	↓
28	"	52	17 - 42	33%	81%	57%	↓ ↓
29	"	58	28 - 46	48%	79%	64%	↓
30	"	65	43 - 69	66%	106%	86%	↓ ↑
31	"	50	36 - 58	72%	116%	94%	↓ ↑
32	"	61	42 - 68	69%	111%	90%	↓ ↑
33	"	53	22 - 48	42%	91%	67%	↓ ↑

Fortsetzung Tabelle 8.

34	Kolorektales Karzinom	52	38 - 78	73%	150%	112%	↓ ↑
35	"	56	40 - 79	71%	141%	106%	↓ ↑
36	"	59	30	51%	51%	51%	↓
37	"	54	19 - 34	35%	63%	49%	↓
38	"	68	26 - 72	38%	106%	72%	↓ ↑
39	"	68	48 - 63	71%	93%	82%	↓
40	Mammakarzinom	62	30 - 41	48%	66%	57%	↓ ↓
41	"	56	35 - 58	63%	104%	84%	↓ ↑ ↓
42	"	65	41	63%	63%	63%	↓
43	"	63	31 - 47	49%	75%	62%	↓ ↓
44	"	63	32 - 43	51%	68%	60%	↓ ↓
45	"	68	19	28%	28%	28%	↓
46	"	57	28 - 46	49%	81%	65%	↓ ↓
47	"	65	20 - 46	31%	71%	51%	↓
48	"	57	21 - 41	37%	72%	55%	↓ ↓
49	"	61	25 - 41	41%	67%	54%	↓
50	"	66	20 - 42	30%	64%	47%	↓ ↓
51	"	59	31 -120	53%	203%	128%	↓ ↑

Fortsetzung Tabelle 8.

52	Mammakarzinom	59	41	70%	70%	70%	↓
53	"	46	24 - 45	52%	98%	75%	↓ ↓
54	"	59	43	73%	73%	73%	↓
55	"	7 !	21 - 40	300%	571%	436%	↑
56	"	65	23	35%	35%	35%	↓
57	"	48	25 - 36	52%	75%	64%	↓
58	"	57	39 - 45	68%	79%	74%	↓
59	"	56	41 - 47	73%	84%	79%	↓
60	"	61	37	61%	61%	61%	↓
61	"	58	44	76%	76%	76%	↓
62	"	69	37 - 42	54%	61%	58%	↓
63	"	86	41	48%	48%	48%	↓
64	"	50	44	88%	88%	88%	↓
65	"	52	37 - 43	71%	83%	77%	↓
66	"	65	34	52%	52%	52%	↓
67	"	63	42 - 44	67%	70%	69%	↓
68	"	60	40	67%	67%	67%	↓
69	"	60	40	67%	67%	67%	↓
70	"	56	23 - 43	41%	77%	59%	↓ ↓

Fortsetzung Tabelle 8.

71	Pankreaskarzinom	61	39	64%	64%	64%	↓
72	"	55	37 - 46	67%	84%	76%	↓
73	"	60	22 - 37	37%	62%	50%	↓
74	"	58	31 - 39	53%	67%	60%	↓
75	"	56	47	84%	84%	84%	↓
76	"	56	38 - 45	68%	80%	74%	↓
77	"	69	29 - 43	42%	62%	52%	↓
78	"	58	32	55%	55%	55%	↓
79	"	62	44 - 57	71%	92%	82%	↓
80	"	63	33 - 50	52%	79%	66%	↓
81	"	62	31 - 39	50%	63%	57%	↓ ↓
82	"	63	52	83%	83%	83%	↓
83	Bronchialkarzimom	62	39 - 45	63%	73%	68%	↓
84	"	60	26 - 45	43%	75%	59%	↓ ↓
85	"	61	30 - 34	49%	55%	52%	↓
86	"	54	30 - 56	56%	104%	80%	↓ ↑
87	"	51	15 - 54	29%	106%	68%	↓ ↑
88	"	57	44 - 50	77%	88%	83%	↓

Fortsetzung Tabelle 8.

89	Bronchialkarzinom	51	36 - 43	71%	84%	78%	↓
90	"	51	31 - 39	61%	76%	69%	↓ ↓
91	"	52	24 - 42	46%	81%	64%	↓ ↓
92	"	62	40	65%	65%	65%	↓
93	"	59	23 - 36	39%	61%	50%	↓ ↓
94	Nierenkarzinom	69	41	59%	59%	59%	↓
95	"	47	22 - 39	47%	83%	65%	↓
96	"	48	28 - 33	58%	69%	64%	↓
97	"	66	16 - 43	24%	65%	45%	↓ ↓
98	"	53	8 - 43	15%	81%	48%	↓ ↓
99	"	50	13 - 35	26%	70%	48%	↓ ↓
100	"	50	28	56%	56%	56%	↓
101	"	70	45	64%	64%	64%	↓
102	Ovarialkarzinom	58	21 - 35	36%	60%	48%	↓ ↓
103	"	65	36	55%	55%	55%	↓
104	"	67	17 - 36	25%	54%	40%	↓ ↓
105	"	61	38	62%	62%	62%	↓

Fortsetzung Tabelle 8.

106	Ovarialkarzinom	42	21 - 32	50%	76%	63%
107	"	47	13 - 30	28%	64%	46%
108	"	58	18 - 42	31%	72%	52%
109	"	58	24 - 38	41%	66%	54%
110	Malignes Lymphom	56	37	66%	66%	66%
111	"	83	50	60%	60%	60%
112	"	53	31	58%	58%	58%
113	"	52	28 - 38	54%	73%	64%
114	"	46	18 - 36	39%	78%	59%
115	"	59	47	80%	80%	80%
116	Magenkarzinom	61	29	48%	48%	48%
117	"	70	29	41%	41%	41%
118	"	50	30 - 62	60%	124%	92%
119	"	64	34 - 42	53%	66%	60%
120	"	46	23 - 36	50%	78%	64%
121	"	56	24 - 45	43%	80%	62%

Fortsetzung Tabelle 8.

122	Teratokarzinom	66	30 - 44	45%	67%	56%	↓ ↓
123	"	62	16 - 57	26%	92%	59%	↓ ↑
124	"	56	39	70%	70%	70%	↓
125	"	68	56	82%	82%	82%	↓
126	Gallenblasenkarzinom	59	24 - 32	41%	54%	48%	↓ ↓
127	"	60	25 - 40	42%	67%	55%	↓
128	"	48	27 - 54	56%	113%	85%	↓ ↑
129	Karzinoid	62	30 - 46	48%	74%	61%	↓ ↓
130	"	71	23 - 59	32%	83%	58%	↓ ↑ ↓
131	"	57	31 - 33	54%	58%	56%	↓
132	Leiomyosarkom	70	50	71%	71%	71%	↓
133	"	49	30 - 43	61%	88%	75%	↓
134	"	63	7 - 43	11%	68%	40%	↓ ↓
135	Ösophaguskarzinom	50	23 - 33	46%	66%	56%	↓
136	"	56	37 - 48	66%	86%	76%	↓ ↓
137	"	50	36	72%	72%	72%	↓

Fortsetzung Tabelle 8.

138	Uteruskarzinom	66	39 - 58	59%	88%	74%
139	"	47	22	47%	47%	47%
140	"	55	38	69%	69%	69%
141	Malignes Melanom	53	27 - 40	51%	75%	63%
142	"	53	22 - 42	42%	79%	61%
143	Malignes Thymom	75	42 - 44	56%	59%	58%
144	"	53	26 - 34	49%	64%	57%
145	Prostatakarzinom	53	32 - 45	60%	85%	73%
146	Unbekannt	55	17 - 52	31%	95%	63%
147	"	59	30 - 42	51%	71%	61%
148	"	55	22 - 31	40%	56%	48%
149	"	50	18 - 32	36%	64%	50%
150	"	70	45 - 55	64%	78%	71%

Fortsetzung Zeichenerklärung Tabelle 8:

*) ↓ = in Relation zum Leberparenchym hypodense Metastase(n)

↓↓ = in Relation zum Leberparenchym hypodense Metastase(n) mit stärker hypodensen Bezirken (im Vergleich zur Restmetastase)

↓↑ = in Relation zum Leberparenchym hypodense Metastasen(n) mit partiell hyperdensen Bezirken (im Vergleich zur Restmetastase)

↓↑↓ = in Relation zum Leberparenchym hypodense Metastase(n) mit stärker hypodensen und partiell hyperdensen Bezirken kombiniert (im Vergleich zur Restmetastase)

↑ = in Relation zum Leberparenchym hyperdense Metastase(n)

Aus den in Tab. 8 angegebenen mittleren Leberdichtewerten (in HE) konnte bezüglich der Gesamtzahl aller untersuchter Patienten folgender Mittelwert berechnet werden (mit Standardabweichung):

- mittlere Leberdichte +: 58 ± 7 HE

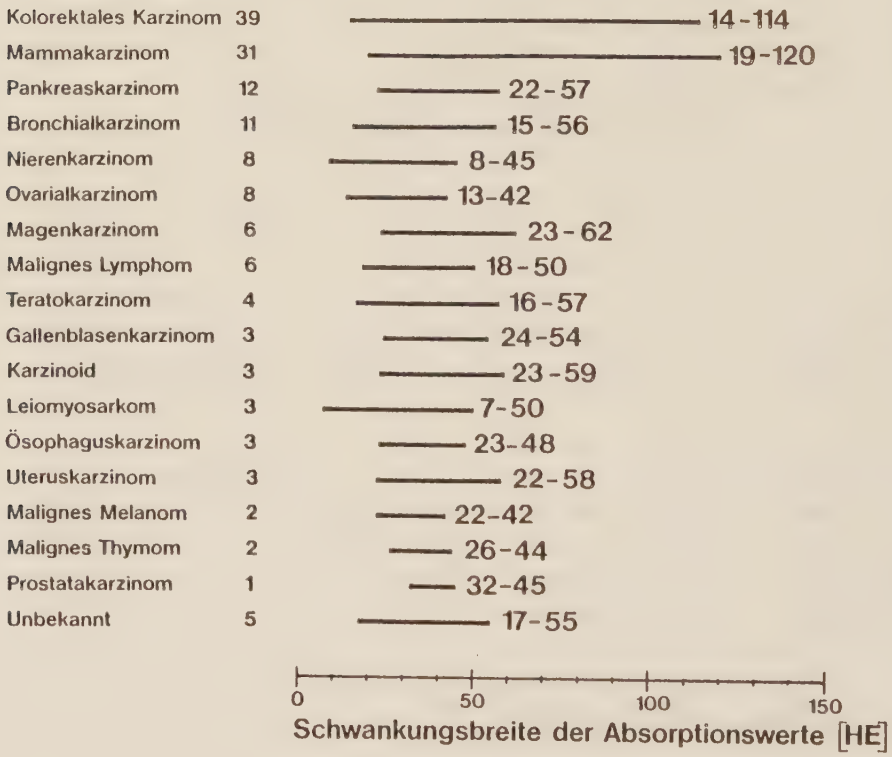
Darüberhinaus konnten aus den in Tab. 8 angegebenen höchsten und niedrigsten Metastasen-Dichtewerten hinsichtlich der Gesamtzahl aller Patienten folgende Mittelwerte für Lebermetastasen ermittelt werden (in HE bzw. in Prozent des zugehörigen Leberparenchyms) (mit Standardabweichung):

- mittlere Metastasendichte: 38 ± 15 HE
- mittlere Metastasendichte: 66 ± 16%

+(ausgenommen die Fettleber, lfd. Nr. 55)

Aus Abbildung 4 ist der gesamte Absorptionswertebereich zu entnehmen, der bei den ausgewerteten Metastasen vorgefunden werden konnte (nach Primärtumoren). Die Bandbreite reicht von minimal 7 HE bis zu maximal 120 HE.

Abb. 4 Lebermetastasen im CT-Bild. (Nativscan/5 s Scanzeit)
Absorptionswertebereich der Metastasen (HE)
(nach Primärtumoren) (n = 150)



Dichtewerte unter 10 HE wurden in nur jeweils einem Fall mit Nierenkarzinom (Tab. 8, lfd.Nr. 98) und einem Fall mit Leiomyosarkom (Tab. 8, lfd. Nr. 134 und Abb. 7 c) beobachtet. Absorptionswerte über 100 HE traten in jeweils einem Fall mit kolorektalem Karzinom (Tab. 8, lfd. Nr. 19) und einem Fall mit Mammakarzinom (Tab. 8, lfd. Nr. 51) auf.

Bei nur 13% der Patienten traten Metastasen-Dichtewerte unter 20 HE auf (Tab. 9). Am häufigsten traf dies in 40% der unbekannten Primärtumoren (2 Fälle), in jeweils 38% der Nierenkarzinome (3 Fälle) und Ovarialkarzinome (3 Fälle) und in 33% der Leiomyosarkome zu (1 Fall). Im zweitgrößten Teilkollektiv der Mammakarzinome traten Lebermetastasen mit derart niedrigen Dichtewerten in auffällig geringer Zahl bei nur 3% (1 Fall) auf.

Tabelle 9: Lebermetastasen im CT-Bild. (Nativscan/5s Scanzeit)
Lebermetastasen mit Dichtewerten unter 20 HE
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor		Metastasen unter 20 HE	
	n	n	%
Unbekannt	5	2	40%
Nierenkarzinom	8	3	38%
Ovarialkarzinom	8	3	38%
Leiomyosarkom	3	1	33%
Teratokarzinom	4	1	25%
Malignes Lymphom	6	1	17%
Kolorektales Karzinom	39	6	15%
Bronchialkarzinom	11	1	9%
Mammakarzinom	31	1	3%
Andere	35	-	-
Total	150	19	13%

Metastasen mit Dichtewerten über 60 HE waren im untersuchten Patientenkollektiv bei 8% aller Patienten (12 Fälle) vorhanden und somit selten. Es fiel auf, daß 10 von 12 Fällen (83%) auf das kolorektale Karzinom entfielen (Tab. 10).

Tabelle 10: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit. Lebermetastasen mit Dichtewerten über 60 HE. (nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor		Metastasen über 60 HE	
		n	%
Kolorektales Karzinom	39	10	26%
Mammakarzinom	31	1	2%
Magenkarzinom	6	1	
Andere	74	-	
Total	150	12	8%

Innerhalb einer oder mehrer Metastasen ein und derselben Leber ergab die Auswertung der jeweils niedrigsten und höchsten Dichtewerte der Metastasen Absorptionsdifferenzen von minimal 0 HE bis zu maximal 89 HE. Bei der Mehrzahl der Patienten, nämlich bei 85% (128 Fälle) lagen diese Absorptionsunterschiede zwischen 0 HE und 30 HE (Tab. 8). Bei 25% der Patienten (38 Fälle) mit 12 verschiedenen Primärtumoren wiesen die Metastase(n) homogene Absorptionswerte auf (Dichtedifferenz Null). Dabei war das Verhältnis von Solitärmetastasen (17 Fälle) zu zwei-, dreifacher oder multipler Metastasierung (21 Fälle) praktisch ausgeglichen. Am häufigsten waren diese Metastasen ohne Absorptionsdifferenzen mit jeweils 67% bei Patienten mit Malignem Lymphom (4 Fälle) oder mit Uteruskarzinom (2 Fälle), mit 50% bei Patienten mit Teratokarzinom des Hodens (2 Fälle) und mit 39% bei Patienten mit Mammakarzinom. Es fiel auf, daß das Mammakarzinom als zweitgrößtes Einzelkollektiv hier mit 12 Patienten vertreten war.

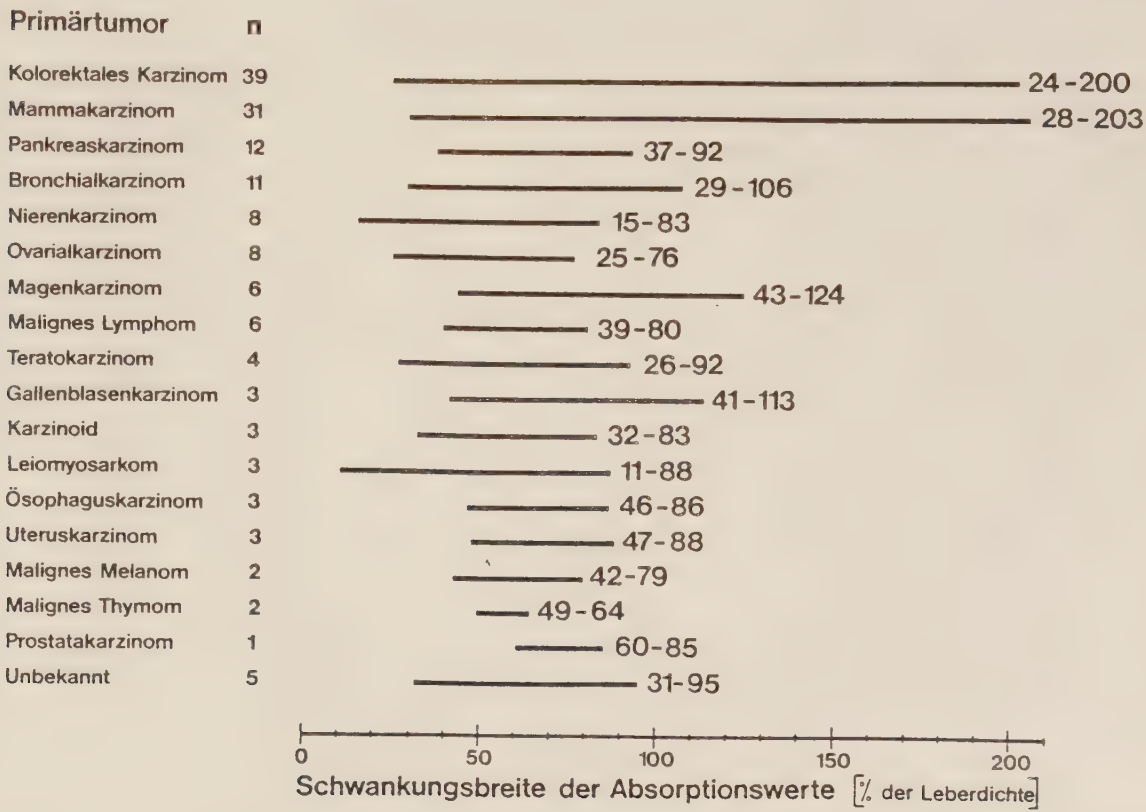
Im untersuchten Patientengut betrug nur bei 15% der Patienten (23 Fälle) der Dichteunterschied einer oder mehrerer Metastasen ein und derselben Leber mehr als 30 HE. Von den letztgenannten 23 Patienten hatten 65% ein kolorektales Karzinom (15 Fälle). Aus Tab. 11 ist die Verteilung dieser Lebermetastasen mit Dichtedifferenzen über 30 HE zu entnehmen.

Tabelle 11: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit). Metastasen mit intraindividuellen Dichtedifferenzen über 30 HE. (nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor	Intraindividuelle Dichtedifferenz der Metastasen über 30 HE		
	n	n	%
Kolorektales Karzinom	39	15	38%
Mammakarzinom	31	1	
Bronchialkarzinom	11	1	
Nierenkarzinom	8	1	
Magenkarzinom	6	1	
Teratokarzinom	4	1	6%
Karzinoid	3	1	
Leiomyosarkom	3	1	
Unbekannt	5	1	
Andere	46	-	
Total	150	23	15%

Aus Abb. 5 ist die Bandbreite der prozentualen Absorptionswerte der Lebermetastasen in Bezug auf das zugehörige Leberparenchym zu entnehmen. Es ergab sich eine große Schwankungsbreite der prozentualen Absorptionswerte der Metastasen, die von minimal 11% (Metastase eines Leiomyosarkoms Tab. 8, lfd. Nr. 134) bis zu maximal 203% (Metastase eines Mammakarzinoms, Tab. 8, lfd. Nr. 51) reichte. Fünf Primärtumorgattungen, nämlich kolorektales Karzinom, Mammakarzinom, Bronchialkarzinom, Magenkarzinom und Gallenblasenkarzinom zeigten Metastasen mit Densitätswerten über 100% des zugehörigen Lebergewebes; bei zwei die-

Abb. 5: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit).
Absorptionswertebereich der Metastasen (% der Leberdichte).
(nach Primärtumoren) (n = 150)



ser fünf Primärtumorgruppen (kolorektales Karzinom und Mammakarzinom) wurden sogar Werte von 200% und mehr gemessen (Abb. 5, Abb. 7d).

Die Betrachtung der mittleren Absorptionswerte der Lebermetastasen aller untersuchter Patienten zeigte eine Konzentration auf einen Bereich mittlerer Absorptionswerte zwischen 50% und 80% des entsprechenden zugehörigen Lebergewebes; 71% aller Patienten (107 Fälle) besaßen Lebertumoren mit mittleren Absorptionswerten in diesem Densitätsbereich. Bei keiner Primärtumorgattung fehlten Tochtergeschwülste mit mittleren Absorptionswerten zwischen 50% und 80% des Lebergewebes.

Bei 14% der Patienten (21 Fälle) mit 10 verschiedenen Primärtumoren betrugen die mittleren Absorptionswerte der Metastasen weniger als 50% des zugehörigen Leberparenchym (Tab. 8). Die Verteilung auf die verschiedenen Primärtumoren war sehr ausgeglichen (Tab. 8). Relativ am häufigsten waren Metastasen dieser mittleren Dichte bei 40% der Patienten mit okkulten Primärtumoren (2 Fälle), bei 38% der Patienten mit einem Nierenkarzinom und bei 38% der Patienten mit einem Ovarialkarzinom (3 Fälle).

Ebenfalls nur bei 14% aller Patienten (21 Fälle) betrug die mittlere Dichte der Metastasen mehr als 80% des zugehörigen Leberparenchyms. Bei 52% dieser 21 Patienten (11 Fälle) lag ein kolorektales Karzinom vor. Darüberhinaus bestanden bei insgesamt sechs Patienten mittlere Dichtewerte der Lebermetastasen, die mehr als 100% des jeweiligen Lebergewebes ausmachten, d. h. die Metastasen waren dichter als das Lebergewebe. Es waren dies fünf Patienten mit kolorektalem Karzinom und eine Patientin mit einem Mammakarzinom. Aus Tab. 12 ist die Verteilung der Metastasen, deren mittleres Dichtewerte mehr als 80% des zugehörigen Leberparenchyms betrugen, nach Primärtumoren geordnet zu entnehmen.

Tabelle 12: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan 5s Scanzeit)
Metastasen mit mittlerer Dichte über 80% der zugehörigen Leberdichte.
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor	n	Mittlere Metastasendichte über 80% der Leberdichte n	%
Kolorektales Karzinom	39	11	28%
Mammakarzinom	31	3	
Pankreaskarzinom	12	3	
Bronchialkarzinom	11	1	
Magenkarzinom	6	1	9%
Teratokarzinom	4	1	
Gallenblasenkarzinom	3	1	
Andere	44	-	
Total	150	21	14%

Ausgenommen von den oben aufgeführten Betrachtungen ist der Fall einer Leber (Tab. 8 lfd. Nr. 55), deren mittlerer Absorptionswert für die Metastasen bei 436% ! des zugehörigen Leberparenchyms lag; der maximale Absorptionswert lag sogar bei 571%! des Lebergewebes. Es handelte sich um den Fall einer histologisch gesicherten Fettleber, deren nicht infiltriertes Parenchym nur eine mittlere Densität von 7 HE ! aufwies. Obwohl die Metastasen dieser Leber mit Absorptionswerten von 21 HE bis 40 HE imponierten, resultierte daraus der einzige Fall des gesamten Patientenkollektivs, bei dem das CT-Bild bezüglich des Lebergewebes ausschließlich hyperdense Metastasen zur Darstellung brachte.

3.8 Visueller Eindruck der Metastasen

Die Lebermetastasen imponierten im Nativscan bis auf eine Ausnahme (Fettleber, Tab. 8, lfd. Nr. 55) alle als solitäre oder multilokuläre raumfordernde Prozesse ausschließlich oder überwiegend erniedrigter Dichte im Vergleich zum jeweiligen zugehörigen Leberparenchym. Die Densitätsdifferenzen stellten sich dabei entsprechend den unter 3.7 aufgeführten numerischen Absorptionsdifferenzen auch visuell zum Teil als erheblich, zum Teil auch nur als sehr diskret dar. Nach dem visuellen Aspekt der CT-Bilder konnten zwei Gruppen von Metastasen unterschieden werden, nämlich: Metastasen, die in sich homogen strukturiert waren und Tochtergeschwülste, die inhomogen aufgebaut waren. Letztere wiesen zudem noch in zahlreichen Fällen Strukturbesonderheiten auf, die in den folgenden Kapiteln analysiert werden.

3.8.1 Homogen strukturierte Lebermetastasen

Homogene Lebermetastasen lagen bei 42% aller Patienten vor (63 Fälle).

Die Auswertung der jeweils minimalen und maximalen Absorptionswerte der Metastasen jeweils einer Leber ergab für die homogenen Lebermetastasen Absorptionsdifferenzen, die von minimal 0 HE bis zu maximal 14 HE reichten. Bei über der Hälfte der Fälle mit homogenen Metastasen, nämlich bei 60% (38 Fälle) waren keinerlei Absorptionsdifferenzen innerhalb der Metastasen jeweils ein und derselben Leber zu registrieren. Daraus resultiert, daß mittlere intraindividuelle Absorptionsdifferenz aller Patienten des Kollektivs mit homogenen Metastasen bei nur durchschnittlich 3 HE lag. Tab. 13 zeigt die Häufigkeitsverteilung der homogenen Lebermetastasen (nach Primärtumoren).

Auffallend war, daß zwar bei 42% des Gesamtkollektivs homogene Metastasen vorlagen, daß aber das kolorektale Karzinom als größtes Teilkollektiv nur bei 18% der entsprechenden Patienten (7 Fälle) homogene Metastasen verursachte. Beim mit 31 Patienten ähnlich großen Teilkollektiv der Patienten mit Mammakarzinom waren dahingegen 58% (18 Fälle) von homogenen Metastasen betroffen. Abgesehen von den Primärtumoren mit sehr kleinen Fallzahlen, waren homogene Metastasen bei 67% der Patienten mit Ovarialkarzinom relativ am häufigsten.

Tabelle 13: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit) Häufigkeit und Verteilung homogen strukturierter Metastasen.

Primärtumor		Homogene Metastasen	
	n	n	%
Kolorektales Karzinom	39	7	18%
Mammakarzinom	31	18	58%
Pankreaskarzinom	12	8	67%
Bronchialkarzinom	11	5	45%
Nierenkarzinom	8	4	(50%)
Ovarialkarzinom	8	2	(25%)
Malignes Lymphom	6	4	(67%)
Magenkarzinom	6	2	(33%)
Teratokarzinom	4	2	(50%)
Karzinoid	3	1	(33%)
Leiomyosarkom	3	2	(67%)
Ösophaguskarzinom	3	2	(67%)
Uteruskarzinom	3	2	(67%)
Malignes Thymom	2	2	(100%)
Prostatakarzinom	1	1	(100%)
Unbekannt	5	1	(20%)
Andere	8	-	-
Total	150	63	42%

3.8.2 Inhomogen strukturierte Metastasen

Häufiger als homogene Metastasen waren im untersuchten Patientengut in sich inhomogen strukturierte Lebertumoren, die bei 58% aller Patienten (87 Fälle) vorgefunden wurden (Tab. 14).

Tabelle 14: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit)
Häufigkeit und Verteilung inhomogen strukturierter Metastasen.
(nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor		Inhomogene Metastasen	
	n	n	%
Kolorektales Karzinom	39	32	82%
Mammakarzinom	31	13	42%
Pankreaskarzinom	12	4	33%
Bronchialkarzinom	11	6	55%
Nierenkarzinom	8	4	(50%)
Ovarialkarzinom	8	6	(75%)
Malignes Lymphom	6	2	(33%)
Magenkarzinom	6	4	(67%)
Teratokarzinom	4	2	(50%)
Gallenblasenkarzinom	3	3	(100%)
Karzinoid	3	2	(67%)
Leiomyosarkom	3	1	(33%)
Ösophaguskarzinom	3	1	(33%)
Uteruskarzinom	3	1	(33%)
Malignes Melanom	2	2	(100%)
Malignes Thymom	2	0	(--)
Prostatakarzinom	1	0	(--)
Unbekannt	5	4	(80%)
Total	150	87	58%

Die Betrachtung der jeweils minimalen und maximalen Absorptionswerte der Metastasen jeweils einer Leber ergab für inhomogene Metastasen intraindividuelle Absorptionsdifferenzen, die von minimal 8 HE bis zu maximal 89 HE reichten. Aus den teilweise sehr erheblichen Dichteunterschieden (Tab. 8) folgte, daß die durchschnittliche intraindividuelle Absorptionsdifferenz für die inhomogenen Metastasen bei 24 HE lag.

Tab. 14 zeigt die Häufigkeitsverteilung inhomogener Metastasen (nach Primärtumoren). Inhomogene Metastasen lagen bei mehr als der Hälfte aller Patienten vor. Von den kleineren Teilkollektiven abgesehen, verursachte das kolorektale Karzinom bei 82% der entsprechenden Patienten (32 Fälle) mit Abstand am häufigsten inhomogene Metastasen. Das annähernd gleich große Teilkollektiv mit Mammakarzinom wies dahingegen nur bei 42% der entsprechenden Patienten (13 Fälle) inhomogene Metastasen auf. Am häufigsten waren inhomogene Metastasen bei 75% der Patienten mit Ovarialkarzinom (6 Fälle).

3.8.2.1 Metastasen mit Bezirken flüssigkeitsäquivalenten Aspekts

Bei 32% aller Patienten (48 Fälle) lag eine Sonderform inhomogener Metastasen vor; innerhalb dieser Metastasen existierten abgrenzbare Areale, deren gegenüber der umgebenden Metastase zusätzlich erhöhte Strahlentransparenz einen flüssigkeitsäquivalenten Aspekt ergaben. Aufgrund der Densitätsminderungen hoben sich diese Bezirke gut von ihrer Umgebung ab (Abb. 7c).

Die stärker strahlentransparenten Metastasenareale besaßen Dichtewerte, die in einem relativ niedrigen Dichtebereich zwischen minimal 7 HE bis zu maximal 39 HE schwankten (Tab. 8 und Tab. 15).

In Prozent der Dichte des jeweiligen zugehörigen Lebergewebes reichten die Extremwerte für die stärker hypodensen Bezirke von minimal 11% bis zu maximal 66% des entsprechenden Leberparenchyms.

In Tabelle 15 sind die Häufigskeitsverteilung der oben beschriebenen Metastasen geordnet nach Primärtumoren und die jeweiligen Dichtebereiche der stärker hypodensen Bezirke aufgeführt. Ebenso aufgeführt sind Erscheinungen wie Sedimentationen und/oder Flüssigkeit-Flüssigkeitsspiegel, die innerhalb der stärker hypodensen Areale diagnostiziert wurden (Abb. 7 c).

Abgesehen von den Teilkollektiven mit sehr kleinen Fallzahlen zeigten sich die erwähnten Metastasen relativ am häufigsten bei 63% der Patienten mit Ovarialkarzinom (5 Fälle), bei 38% der Patienten mit Nierenkarzinom (3 Fälle) und bei 36% der Patienten mit Bronchialkarzinom (4 Fälle).

Mehr als einen Fall mit Sedimentationen und/oder Flüssigkeit-

Flüssigkeitsspiegeln wiesen das Ovarialkarzinom mit 25% der Patienten (2 Fälle) und das kolorektale Karzinom mit 8% der Patienten (3 Fälle) auf.

44% der 48 Patienten (21 Fälle) mit stärker hypodensen Metastasenrealen standen vor oder während der maßgeblichen CT-Untersuchungen unter Polychemotherapie. Diese 21 Fälle machten 51% aller 41 zytostatisch behandelten Patienten aus.

Tabelle 15: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit)
Metastasen mit Bezirken flüssigkeitsäquivalenten Aspekts und zugehörige Densitätsbereiche (HE, bzw. Prozent des zugehörigen Leberparenchyms). (nach Primärtumoren) (n = 150)

Primärtumor	Metastasen mit Bezirken flüssigkeitsäquivalenten Aspekts			Densitätsbereich der stärker hypodensen Bezirke	
	n	n	%	HE	% der Leberdichte
Kolorektales Karzinom	39	10	26%	14 - 33	26% - 55%
Mammakarzinom	31	9	29%	20 - 35	30% - 63%
Pankreaskarzinom	12	1	8%	31	50%
Bronchialkarzinom	11	4	36%	23 - 31	39% - 61%
Nierenkarzinom	8	3	38%	8 - 16	15% - 26%
Ovarialkarzinom	8	5	63%	17 - 24	25% - 50%
Malignes Lymphom	6	2	33%	18 - 28	39% - 54%
Magenkarzinom	6	2	33%	30 - 34	53% - 60%
Teratokarzinom	4	1	25%	30	45%
Gallenblasenkarzinom	3	1	33%	24	41%
Karzinoid	3	2	66%	23 - 30	32% - 48%
Leiomyosarkom	3	1	33%	7	11%
Ösophaguskarzinom	3	1	33%	37	66%
Uteruskarzinom	3	1	33%	39	59%
Malignes Melanom	2	2	100%	22 - 27	42% - 51%
Malignes Thymom	2	0	-	-	-
Prostatakarzinom	1	0	-	-	-
Unbekannt	5	3	60%	17 - 22	31% - 40%
Total	150	48	32%	(7 - 39)	(11% - 66%)

Bei sechs Patienten wurden Sedimentationsphänomene diagnostiziert:

drei kolorektale Karzinome, ein Ovarialkarzinom, ein malignes Lymphom, ein Karzinoid.

Sedimentationen und Flüssigkeitsspiegel wiesen auf:

ein Patient mit Ovarialkarzinom, ein Patient mit Leiomyosarkom und ein Patient mit okkultem Primärtumor.

Bei einem Patienten mit Magenkarzinom wurde ein Flüssigkeitsspiegel allein diagnostiziert.

Betrachtet man die Häufigkeit von Metastasen mit Arealen erhöhter Strahlentransparenz in Relation zur Tumorgröße, so ist ein Zusammenhang zwischen der Größe der Lebertumoren und der Tendenz zur Bildung von Bezirken stärker erniedrigter Dichte zu erkennen.

Es erfolgte für das vorliegende Patientenkollektiv eine Einteilung in 4 Patientengruppen:

1) Patienten mit Metastasen von maximal 2 cm Durchmesser
2) Patienten mit Metastasen von maximal 5 cm Durchmesser
3) Patienten mit Metastasen von maximal 10 cm Durchmesser
4) Patienten mit Metastasen von mehr als 10 cm Durchmesser.

Es zeigte sich, daß Metastasenareale stärker erniedrigter Dichte prozentual am seltensten in der Patientengruppe, deren Tumorgröße maximal 2 cm im Durchmesser betrug, waren. Hier waren von den 32 Patienten dieses Kollektivs mit den kleinsten Tochtergeschwülsten nur 6% (2 Fälle) von den erwähnten Tumorbezirken betroffen.

Von den Patienten, deren Metastasen bis zu maximal 5 cm im Durchmesser betrugen, waren mit 33% dieser 72 Patienten (24 Fälle)

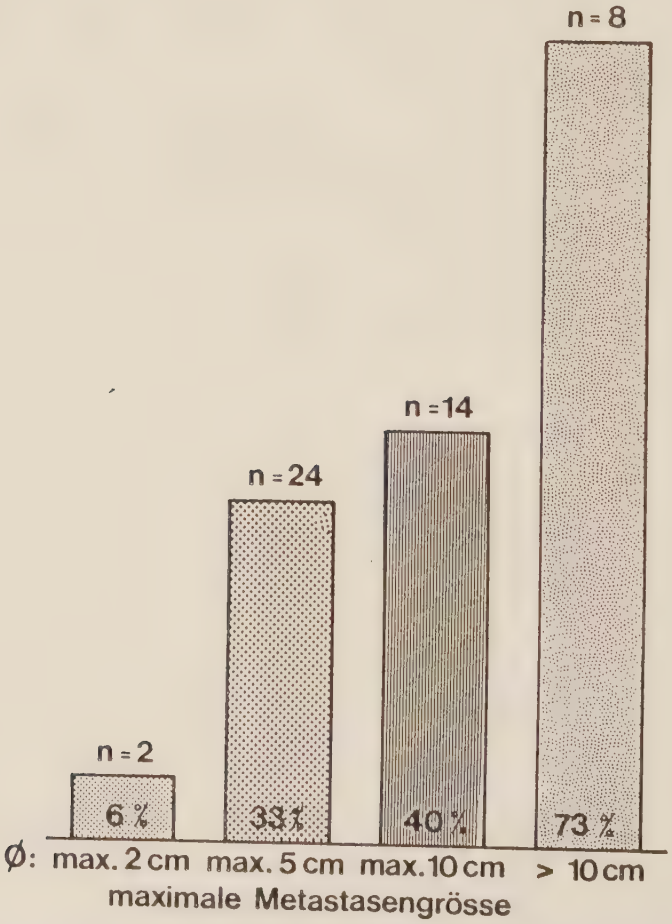
bereits erheblich mehr von stärker hypodensen Metastasenbezirken betroffen.

Von den 35 Patienten mit Metastasen bis zu 10 cm Durchmesser waren 40% (14 Fälle) von den genannten Tumorbezirken betroffen.

Mit Abstand am häufigsten waren stärker hypodense Metastasenareale bei den Patienten, deren Tochtergeschwülste mehr als 10 cm Durchmesser aufwiesen. Von den 11 Patienten dieses Teilkollektivs hatten 73% (8 Fälle) stärker hypodense Metastasenbezirke.

Abb. 6 zeigt die Häufigkeit von Lebermetastasen mit stärker hypodensen Bezirken in Relation zur Metastasengröße.

Abb. 6: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5 s Scanzeit.)
Metastasen mit Bezirken flüssigkeitsäquivalenten Aspekts; Häufigkeit in Relation zur Metastasengröße. (n = 48)



3.8.2.2 Partiell hyperdense Metastasen

Eine weitere Besonderheit des computertomographischen Erscheinungsbildes inhomogener Metastasen stellten Tochtergeschwülste dar, in denen kleine Bezirke existierten, die eine in Relation zur Restmetastase erhöhte Dichte aufwiesen und sich deshalb klar abgrenzbar darstellten (Abb. 7d).

Bei einem Teil dieser Metastasen überschritten die Dichtewerte dieser partiell hyperdensen Tumorareale innerhalb überwiegend hypodenser Tochtergeschwülste sogar die mittleren Dichtewerte des jeweiligen zugehörigen Leberparenchyms (Abb. 7d).

Die Gestalt dieser partiell hyperdensen Metastasenareale war nicht einheitlich, sondern häufig von punktförmigem, aber auch von nodulärem oder amorphem Charakter. In der Mehrzahl der Fälle waren diese Bezirke so klein, daß ihre Absorptionswerte nur mit Hilfe des Fensterumschlagpunkts bestimmt werden konnten.

Insgesamt fanden sich Metastasen dieses computertomographischen Erscheinungsbildes mit einer Häufigkeit von 56% bei kolorektalen Karzinomen gegenüber nur 8% bei allen übrigen Malignomen; d. h. 22 aller 31 betroffenen Patienten besaßen ein kolorektales Karzinom.

Die hyperdensen Bezirke innerhalb überwiegend hypodenser Metastasen besaßen Absorptionswerte, die interindividuell schwankten in dem Bereich relativ hoher Dichtewerte zwischen minimal 47 HE und maximal 120 HE (Tab. 8, lfd. Nr. 3, 51 und Tab. 16).

In Prozent der Dichte des jeweiligen zugehörigen Leberparenchyms reichten die Dichtewerte der partiell hyperdensen Metastasen von minimal 81% bis zu maximal 203% (ausgenommen ist der Fall einer histologisch gesicherten Fettleber, Tab. 8 lfd. Nr. 55).

Aus Tabelle 16 sind die Häufigkeitsverteilung partiell hyperdenser Metastasen geordnet nach Primärtumoren und die jeweiligen Dichtebereiche der partiell hyperdensen Metastasenareale zu entnehmen.

Tabelle 16: Lebermetastasen im CT-Bild (Nativscan/5s Scanzeit)
Häufigkeit partiell hyperdenser Metastasen und Densitätsbereiche der dichtestärkeren Bezirke.+
(nach Primärtumoren) (n = 150)

		Partiell hyperdense Metastasen			Dichtebereiche partiell hyperdenser Metastasenbezirke	
Primärtumor	n	n	%		HE	%
Kolorektales Karzinom	39	22	56%		47 - 114	81% - 200%
Mammakarzinom	31	2	6%		58 - 120	87% - 203%
Bronchialkarzinom	11	2	18%		54 - 56	104% - 106%
Magenkarzinom	6	1	17%		62	124%
Teratokarzinom	4	1	25%	8%	57	92%
Gallenblasenkarzinom	3	1	33%		54	113%
Karzinoid	3	1	33%		59	83%
Unbekannt	5	1	20%		52	95%
Andere	48	0	-		-	--
Total	150	31	21%		47 - 120	81% - 203%

+% = Prozent der zugehörigen mittleren Leberdichte

3.8.2.3 Kombination von stärker **hypodensen** und partiell **hyperdensen** Metastasenbezirken

Eine Sonderform inhomogener Metastasen, nämlich Tochtergeschwülste, die die Kombination aus stärker **hypodensen** und partiell **hyperdensen** Tumorbezirken aufwiesen, konnte bei nur 5% aller Patienten (8 Fälle) mit vier verschiedenen Primärtumoren beobachtet werden (Tab. 8). Bei Mammakarzinom, Bronchialkarzinom und Karzinoid lag jeweils ein Fall mit dieser Kombination vor, wobei das Karzinoid mit 33% der Patienten relativ am häufigsten betroffen war. Die meisten Fälle, nämlich vier Patienten entfielen auf das kolorektale Karzinom, das prozentual am zweithäufigsten mit 10% der entsprechenden Patienten betroffen war (alles kleine Fallzahlen).

25% der erwähnten Patienten (2 Fälle) standen vor oder während der maßgeblichen CT-Untersuchungen unter Polychemotherapie. Diese 2 Fälle machten 5% aller 41 zytostatisch therapierten Patienten aus.

3.9 Absorptionsverhalten der Lebermetastasen unter Polychemotherapie

Bei 41 Patienten wurden vor bzw. bis zum Zeitpunkt der maßgeblichen CT-Untersuchung eine oder mehrere zytostatische Behandlungen durchgeführt. Bei einem Patienten mit Nierenkarzinom fand eine hormonelle Tumortherapie statt.

In 21 Fällen, d. h. bei 51% dieser Patienten konnten in den CT-Bildern stärker hypodense Bezirke vorgefunden werden (s. a. 3.8.2.1). Die anderen 20 Patienten unter Polychemotherapie und der Patient unter Hormontherapie, d. h. 49% zeigten keine derartigen Metastasenareale. Bei den 21 zytostatisch bzw. hormonell behandelten Patienten, die Metastasenareale von erheblicher Hypodensität aufwiesen, handelte es sich um sieben CT-Erstuntersuchungen und um 14 CT-Verlaufskontrollen. Die sieben CT-Erstuntersuchungen fanden zeitlich mehrere Wochen bzw. Monate nach Beginn der zytostatischen Behandlung statt und lassen somit keinen Rückschluß auf den Entstehungszeitraum der erwähnten Metastasenbezirke zu. Bei sieben der 14 Patienten mit Verlaufskontrollen setzten die Untersuchungen erst nach Beginn der Zytostatikatherapie ein, zu einem Zeitpunkt, da bereits stärker hypodense Metastasenareale vorlagen; auch hier läßt sich keine Aussage über den Entstehungszeitraum der fraglichen Tumorbezirke treffen. Bei sechs Patienten mit Verlaufskontrollen setzten die Untersuchungen bereits vor Beginn der Zytostatikatherapie ein und zeigten, daß stärker strahlentransparente Metastasenbezirke bereits vor Beginn der Polychemotherapie zu diagnostizieren waren. Eine Verlaufskontrolle zeigte, daß stärker hypodense Bezirke innerhalb der Metastasen erst einen Monat nach Einsetzen der Polychemotherapie entstanden waren und - über die Dauer der Therapie hinaus - zugenommen hatten.

Den 21 Patienten, die unter Polychemotherapie standen und deren CT-Bilder Metastasen mit Bezirken erheblicher Hypodensität aufwiesen stehen 27 Patienten (i. e. 56% aller 48 Patienten mit

den entsprechenden Metastasenbezirken) gegenüber, deren CT-Bilder ebenfalls stärker hypodense Tumorareale aufwiesen, die aber nicht zytostatisch therapiert wurden.

Von den 41 zytostatisch behandelten Patienten besaßen 27% (11 Fälle) Metastasenbezirke partiell erhöhter Dichte. Bei den CT-Befunden dieser elf Patienten handelte es sich um zwei CT-Erstuntersuchungen und um neun CT-Verlaufskontrollen. Die Erstuntersuchungen fanden einige Wochen nach Beginn der Polychemotherapie statt, so daß hier nicht über den Entstehungszeitraum der partiell hyperdensen Metastasenareale ausgesagt werden kann. Bei sechs der neun Patienten mit Verlaufskontrolle setzten die Untersuchungen erst nach Beginn der Zytostatikatherapie ein. Zwei der Verlaufskontrollen zeigten auf, daß die partiell hyperdensen Metastasenareale bereits vor Beginn der Polychemotherapie bestanden hatten. Eine Verlaufskontrolle erbrachte, daß die genannten Metastasenbezirke erst nach Beginn der Polychemotherapie entstanden waren.

Diesem elf Patienten umfaßenden Patientenkollektiv, das unter Polychemotherapie stand und dessen CT-Befunde partiell hyperdense Metastasenareale aufwiesen, stehen 20 Patienten gegenüber (i. e. 65% aller 31 Patienten mit Metastasenbezirken partiell erhöhter Dichte), bei denen Metastasen partiell erhöhter Dichte aufgetreten waren, die aber nicht unter polychemotherapeutischer Behandlung standen.

Zwei Patienten, die polychemotherapeutisch behandelt wurden, zeigten beide Besonderheiten des Absorptionsverhaltens der Metastasen - stärker hypodense und partiell hyperdensense Tumorareale - in der Kombination. In beiden Fällen lagen CT-Verlaufskontrollen vor. In einem Fall setzten die Untersuchungen erst nach Beginn der zytostatischen Therapie ein; in dem zweiten Fall hatte die Kombination aus den beiden Absorptionsphänomenen schon vor Beginn der Polychemotherapie bestanden. Sechs der acht Patienten, die eine Kombination aus Metastasenbezirken von erheblicher Strahlentransparenz und Tumorarealen partiell erhöhter

Dichte aufwiesen standen vor bzw. bis zum Zeitpunkt der maßgeblichen CT-Untersuchungen nicht unter polychemotherapeutischer Behandlung.

3.10 Kontrastmitteluntersuchungen

Bei nur 6 Patienten wurden im Anschluß an die Nativuntersuchungen Wiederholungsuntersuchungen nach intravenöser Injektion oder Infusion eines 60-prozentigen bis 65-prozentigen jodhaltigen nierengängigen Kontrastmittels (Megluminamidotrizoat, "UROVIST", Schering) angeschlossen. Aus Tab. 17 ist das Dichteverhalten der dargestellten Lebermetastasen und des zugehörigen Leberparenchyms nach Applikation des Urographikums zu entnehmen.

Tabelle 17: Lebermetastasen im CT-Bild (5s Scanzeit)
Vergleich der Ergebnisse von Nativscan und Kontrastscan.
(n = 6)

	CT-Werte (HE) und mittlere Absorptionsdifferenzen Leber/Metastasen[+]			
	Nativscan		Kontrastscan	
Primärtumor	Leber	Metastasen	Leber	Metastasen
Kolorektales Karzinom	61	42-68 (10%)	80	33-81 (29%)
"	59	30 (49%)	70	30 (57%)
"	68	26-72 (28%)	97	48-80 (34%)
"	68	48-63 (18%)	93	47-59 (43%)
Pankreaskarzinom	56	47 (16%)	85	64 (25%)
Bronchialkarzinom	54	30-56 (20%)	88	53-84 (22%)

[+]Mittlere Absorptionsdifferenzen Leber/Metastasen (in %) in Klammern

Die mittleren Absorptionswerte der Lebermetastasen lagen im Nativscan zwischen minimal 10% und maximal 49% unter denen des jeweiligen zugehörigen Leberparenchyms. Im Durchschnitt der sechs Fälle lagen die Absorptionswerte der Metastasen 24% unter den Dichtewerten des Lebergewebes.

Im Kontrastscan lagen die mittleren Absorptionswerte der Lebermetastasen zwischen minimal 22% und maximal 57% unter denen des entsprechenden Leberparenchyms. Im Durchschnitt der 6 Fälle lagen die Dichtewerte der Metastasen nach Kontrastmittelinjektion 35% unter denen des Lebergewebes.

Wie Tab. 17 zeigt, konnte in allen sechs Fällen, in denen eine Wiederholungsuntersuchung nach Applikation eines Urographikums erfolgt war, eine Steigerung der mittleren Absorptionsdifferenz zwischen Lebergewebe und Metastasen beobachtet werden. Die höchste Steigerung und damit deutlichste Kontrastverbesserung ergab sich bei einem kolorektalen Karzinom von 18% auf 43%, die niedrigste Steigerung, und damit geringste Kontrastverbesserung bei einem Bronchialkarzinom von 20% auf 22%.

Wie man aus Tab. 17 entnehmen kann, konnte in allen sechs Fällen eine Kontrastverbesserung zwischen Metastasen und Lebergewebe erzielt werden. Alle weiteren Parameter wie Konturierung, Form, Anzahl, Größe und Homogenität, nach denen die Lebermetastasen untersucht worden waren, unterlagen nach Kontrastmittelapplikation keinerlei Veränderungen. Es gab keinen Fall, bei dem erst durch die Kontrastmitteluntersuchung bislang verborgene Metastasen diagnostiziert wurden oder durch die Kontrastmittelapplikation im Nativscan erkennbare Lebertumoren leberisodens und dadurch maskiert wurden. In den vorliegenden Fällen ergaben sich durch die Untersuchungen nach Verabreichung des Urographikums keine wesentlichen die Lebermetastasen betreffenden Zusatzinformationen.

Lebermetastasen werden im vorliegenden Schrifttum der Pathologie als häufigste maligne Tumoren der Leber angegeben; primäre Leberkarzinome sind dagegen im Autopsiegut bereits wesentlich seltener anzutreffen als sekundäre Tumorabsiedlungen (25, 66, 135). Diese Tatsache gründet darauf, daß für Tumoren aus dem Drainagegebiet der Pfortader, vor allem also für gastrointestinale Tumoren, wie Magen-, Kolon-, Gallenblasen- und Pankreaskarzinome, die Leber die erste Station der hämatogenen Metastasierung darstellt; es tendieren aber auch eine Vielzahl anderer Malignome primär (z. B. Bronchialkarzinom) oder sekundär nach Streuung in die Lunge über die arteriae hepaticae (z. B. Mammakarzinom, Hypernephrom, Ovarialkarzinom, maligne Hodentumoren) zur Metastasierung in die Leber (34; 57; 132). Die zentrale Bedeutung, die deshalb der Diagnostik von Lebermetastasen zukommt, resultiert darüberhinaus aus dem relativ häufigen Auftreten von Lebermetastasen im Verhältnis zur Gesamtzahl aller Tumorpatienten (einige Autoren sprechen von 40% - 50%) (25, 125, 132). OSTEAUX et al. (123) geben an, daß von 1650 Patienten, die wegen umschriebener Leberläsionen computertomographisch untersucht wurden, 320 Patienten Lebermetastasen aufwiesen und somit das größte Einzelkollektiv bildeten.

Die Frage nach Lebermetastasen wird sich vor allem in folgendem Zusammenhang stellen: zum einen zur exakten Diagnostik des Leberstatus hinsichtlich der prätherapeutischen Stadieneinteilung von Tumoren, die zur Lebermetastasierung neigen, zum anderen als diagnostischer Schritt bei Patienten mit allgemeinen Tumorzeichen mit oder ohne Störungen der Leberfunktion. Die Feststellung der Ausdehnung von Lebermetastasen ist bei der Abklärung von Prognose und therapeutischen Möglichkeiten von grossem Interesse. Zahlreiche Autoren weisen auf den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Leberbeteiligung und der Überlebenszeit der betroffenen Patienten hin (18, 73, 117, 195, 197). Mit der Einführung aggressiverer chirurgischer und zytostatischer

Therapien für Lebermetastasen hat die Frage nach der Ausdehnung der Lebertumoren große Bedeutung gewonnen, besonders hinsichtlich der Entscheidung, ob Resektion oder Chemotherapie für den jeweiligen Patienten noch in Frage kommen. Es wird darüberhinaus auf die außerordentliche Bedeutung der exakten Therapiekontrollen durch die Computertomographie hingewiesen, die letztlich eine Reihe sonst notwendiger Untersuchungen einspart (22, 53, 105, 196).

Ein besonderes Problem stellt die Abklärung der Patienten mit okkultem Primärtumor dar. Nach der Literatur präsentieren sich etwa 12% (39) bis 20% (124) der Patienten mit unbekanntem Primärtumor und Lebermetastasen. Die Situation dieser Patienten ist außerordentlich prekär, da wegen der stark verkürzten Lebenserwartung im diagnostischen Vorgehen bis zu einem eventuell möglichen Therapiebeginn besondere Eile geboten ist (41, 73, 171). Weil die Suche nach dem Primärtumor mit dem Ziel einer tumorspezifischen Therapiemöglichkeit sehr oft ergebnislos ausgeht (41, 136) bleibt häufig nur noch ein Vorgehen am Ort der sekundären Tumorabsiedlung. Zur genauen Metastasenlokalisation hat sich hier die CT, vor allem bei der Abklärung der Patienten, die als mögliche Kandidaten für eine partielle Hepatektomie in Frage kommen, als sehr nützlich erwiesen; einige Autoren geben an, daß die Möglichkeit der Resektion eines solitären bzw. lokalisierten Herdes auf keinen Fall übersehen werden darf und weisen auf eine verlängerte Überlebenszeit nach Resektion der Metastase(n) unbekannt gebliebener Primärtumoren hin (47, 65, 94, 95).

Die zur Verfügung stehenden bildgebenden Verfahren, die neben der CT zur Beantwortung der obengenannten Fragestellungen zur Diagnostik herangezogen werden können, sind hauptsächlich Szintigraphie und Sonographie. Die Gegenüberstellung dieser Verfahren bezüglich ihrer Spezifität, Sensitivität und Treffsicherheit läßt Unterschiede in der diagnostischen Effizienz erkennen (19, 23, 50, 55, 56, 64, 99, 157, 170, 200, 201). Während PETASNICK et al. (129) die Leberszintigraphie bei der Suche

nach Leberläsionen als Erstuntersuchungsmethode für völlig ausreichend halten sind BRUNNER und FUCHS (28) hinsichtlich der Abklärung von Krebspatienten der Meinung, daß wegen der zu unspezifischen Darstellung von Speicherdefekten und der gegenüber CT und Sonographie um bis zu 50% geringeren Effizienz die Szintigraphie zum Metastasennachweis nicht mehr indiziert sei. Bestätigt wird diese Ansicht von den Untersuchungsresultaten schneller CT-Scanner der neuesten Generation, die eine deutlich verbesserte Detailerkennbarkeit aufweisen und von den Ergebnissen der direkten Vergleiche der beiden Untersuchungsmethoden (19, 23, 43, 50, 99, 157, 170), die eine deutliche Überlegenheit der CT erkennen lassen. Die Meinung von PETASNICK et al. (129), daß hinsichtlich der Diagnose umschriebener Lebererkrankungen CT und Szintigraphie gleichen Informationsgehalt haben, kann seit Einführung kurzer Aufnahmezeiten als überholt angesehen werden. Der direkte Vergleich von CT und Sonographie ergibt unter Benutzung von 18 s - Scannern eine leichte Überlegenheit der CT in der Erkennung fokaler Lebererkrankungen (19, 50). SNOW et al. (170) weisen eine deutliche Überlegenheit in der Häufigkeit richtig-positiver und richtig-negativer Diagnosen für die CT nach. Wenn auch die Diskrepanz zwischen Sonographie und CT nicht so groß ist wie zwischen Szintigraphie und CT, so ergeben doch die Untersuchungsergebnisse schnellerer Scanner der neuesten Generation - wie SCHERER (157) an einem größeren Patientenkollektiv, das mit 5 s Aufnahmezeit computertomographisch untersucht wurde, nachweisen konnte - eine Überlegenheit der CT hinsichtlich Sensitivität, Spezifität, Treffsicherheit und Inzidenz richtiger Artdiagnosen. Auch mit den Ergebnissen der verbreiteten und als sehr effizient erachteten Methode der Laparoskopie (24, 126, 190) können die CT-Untersuchungsresultate konkurrieren, wenn man die Ergebnisse schneller Scanner heranzieht. BARTH et al. (17) stellten 1980 in einer vergleichenden Studie CT - Laparoskopie eine leichte Überlegenheit der CT bei der Diagnostik umschriebener Leberläsionen fest. Die vereinzelt geäußerte Ansicht, daß die computertomographische Diagnostik umschriebener Lebererkrankungen die anderen möglichen diagnostischen Verfahren nicht ersetzen kann,

da sie keine wesentlichen Zusatzinformationen liefere (1, 2, 11, 55, 184), hat sich vor allem hinsichtlich der szintrigraphischen Diagnostik nicht bestätigt (91). Während DOIRON et al. (40) der Meinung sind, daß die CT-Untersuchung genauer, aber aus Kostengründen die Ultraschalluntersuchung vorzuziehen sei, hält BERNARDINO (22) in der Zukunft eine Kostensenkung der CT-Untersuchungen durch mehr Scanner und bessere Auslastung der vorhandenen Geräte für möglich und wahrscheinlich. SNOW et al. (170) sehen - allerdings bei weiterer Kostensenkung - die CT als zukünftiges initiales Screeningverfahren bei Verdacht auf Lebermetastasen an.

Neben der Analysierbarkeit vieler morphologischer Merkmale fokaler Leberläsionen (Anzahl, Form, Kontur, Größe) und ihrer sehr exakten Lokalisation liefert die Möglichkeit der differenzierten Dichtemessung der hepatischen Läsionen mit Hilfe der CT-Densitometrie (68, 103) wesentliche differentialdiagnostische Hilfsmittel zur Analyse möglicher artspezifischer Besonderheiten und Charakteristika des Absorptionsverhaltens, auf die von einigen Autoren hingewiesen wird (15, 20, 45, 63, 72, 122, 156, 157, 176, 199).

Dem computertomographischen Erscheinungsbild von Lebermetastasen hinsichtlich ihrer Morphologie und ihres Absorptionsverhaltens im Nativscan und nach Kontrastmittelapplikation kommt deshalb besondere Bedeutung zu, weil prinzipiell eine Vielzahl fokaler Raumforderungen der Leber in die differentialdiagnostischen Überlegungen mit einbezogen werden müssen. Dies liegt hauptsächlich darin begründet, daß von einigen wenigen Leberläsionen abgesehen - die weitaus häufigste Erscheinungsform im CT-Bild die **hypodens** imponierende Raumforderung ist (121, 123, 157, 158, 173). Unter Berücksichtigung aller anamnestischen, klinischen und serologischen Daten kommen vorwiegend folgende entzündliche, zystische und neoplastische Veränderungen im einzelnen differentialdiagnostisch in Betracht:

Primäre maligne Lebertumoren (43, 71, 72, 87), Leberinfark-

te (22), Organmanifestationen von lymphatischen und myeloischen Systemerkrankungen (204), Echinokokkus alveolaris (147, 157), intrahepatischer Abszess (16), intrahepatisches Hämatom (22), Zysten (15, 45, 157), benigne und maligne Kalzifizierungen (20), kavernöses Hämangiom (16, 157), erweiterte intrahepatische Gallengänge und normale vaskuläre Strukturen (22, 54, 55).

Systematische Angaben über die anatomische Lokalisation von Lebermetastasen lassen sich im vorliegenden Schrifttum der Computertomographie nicht vorfinden. Es liegen Beschreibungen über den metastasären Befall aller vier möglichen Leberlappen vor; Aussagen über ausgesprochene Prädilektionsstellen der sekundären Tumorabsiedlungen werden zwar nicht gemacht, jedoch überwiegen Schilderungen von Metastasierungen in die beiden grossen, den rechten und den linken Leberlappen deutlich (4, 5, 17, 20, 52, 84, 92, 116, 120, 122, 123, 131, 134, 140, 143, 146, 150, 151, 154, 155, 167, 172, 176, 199).

Im untersuchten Patientengut war der Befall der beiden großen Leberlappen ebenfalls mit Abstand am häufigsten, wobei der rechte Leberlappen mit 95% (143 Fälle) noch deutlich vor dem linken Leberlappen mit 59% (88 Fälle) rangierte. Insgesamt war nur bei sieben der 150 Patienten der rechte Leberlappen nicht von Metastasen befallen. Bei 60%, also der Mehrzahl der Patienten (90 Fälle), lag ein kombinierter Befall mehrerer Leberlappen vor, wobei in Übereinstimmung mit den oben zitierten Autoren der gleichzeitige Befall des rechten und linken Leberlappens am häufigsten war; bei 26% aller Patienten (39 Fälle) lag diese Manifestationsart vor.

Die vorliegenden Ergebnisse legen die Schlußfolgerung nahe, daß die beiden großen Leberlappen als Prädilektionsstellen für sekundäre Tumorabsiedlungen in der Leber angesehen werden können und somit bei der Suche nach Lebermetastasen im Mittelpunkt des Interesses stehen.

Als einziges Malignom metastasierte das Magenkarzinom häufiger in den linken Leberlappen als in den rechten; dieses Ergebnis wäre - wegen des relativ kleinen Kollektivs mit Magenkarzinom - anhand einer größeren Fallzahl zu überprüfen.

Von differentialdiagnostischem Interesse ist der isolierte Befall einzelner Leberlappen, der bei insgesamt 40% aller Patienten vorlag (60 Fälle) und in 35% aller Patienten bei weitem am häufigsten den rechten Leberlappen betraf (53 Fälle). Bis auf das maligne Melanom (sehr kleine Fallzahl) wiesen alle Primärtumoren Fälle des letztgenannten Metastasierungstyps auf.

Während für den isoliert befallenen rechten Leberlappen das Verhältnis von solitärem Befall (16%, 24 Fälle) zur Durchsetzung mit zwei, drei oder mehr Metastasen (19%, 29 Fälle) annähernd ausgeglichen war, so waren für den seltenen isolierten Befall des linken Leberlappens (5%, 7 Fälle) ausschließlich Solitärmetastasen verantwortlich. Ein isolierter Befall des linken Leberlappens war in 33% der Patienten mit Magenkarzinom (2 Fälle) und Uteruskarzinom (1 Fall), 10% mit Mammakarzinom (3 Fälle) und 3% mit kolorektalem Karzinom zu registrieren (1 Fall). Dieses Ergebnis kann hinsichtlich der Abgrenzung zu anderen - auf den linken Leberlappen beschränkten - möglichen multiplen und solitären Leberherden von Interesse sein.

Ein isolierter Befall der kleinen Leberlappen, Lobus caudatus und Lobus quadratus - sie waren in 29% (49 Fälle) bzw. 22% (33 Fälle) bei weniger als einem Drittel aller Patienten überhaupt nur von der Metastasierung betroffen - lag bei keinem der 150 Patienten vor. Dieses Ergebnis kann berücksichtigt werden, im Falle der Diagnose "Lebermetastasen" einen der kleinen Leberlappen isoliert betreffend, wenn andere mögliche Leberläsionen differentialdiagnostisch auch in Frage kommen (z.B. kavernöses Hämangiom, intrahepatischer Abszess, primäres Leberkarzinom u. a.m.). Von Interesse ist dieser Aspekt vor allem bei der Abklärung von solitären umschriebenen Leberläsionen, auf deren Schwierigkeit sowohl im computertomographischen als auch im sonogra-

phischen Schrifttum hingewiesen wird (5, 15, 45, 46, 69, 71, 72, 92, 101, 122, 123, 156, 157, 166, 176, 198, 199).

Unter einem ähnlichen Blickwinkel ist auch der kombinierte Befall mehrerer Leberlappen zu betrachten. An allen Kombinationen war im untersuchten Patientenkollektiv der rechte Leberlappen beteiligt. Eine Kombination des linken Leberlappens mit einem oder beiden kleinen Leberlappen war ebensowenig zu diagnostizieren wie der kombinierte Befall von Lobus caudatus und Lobus quadratus. Ergibt sich also im Zusammenhang mit der CT-Diagnose "Lebermetastasen" eine Nichtbeteiligung des rechten Leberlappens, - und handelt es sich nicht um einen isolierten Befall des linken Leberlappens - so wäre dies mit den vorliegenden Ergebnisses nicht in Übereinstimmung zu bringen.

Hinsichtlich der intrahepatischen Lokalisation der Lebermetastasen werden in der computertomographischen Literatur keine zahlenmäßigen-statistischen Angaben gemacht, aber sowohl Fallbeispiele von zentralen als auch von marginalen Absiedlungen beschrieben (4, 5, 20, 52, 84, 92, 122, 123, 131, 134, 140, 199). Protrusionen über die normale Leberkontur hinaus werden allerdings seltener erkennbar (44, 45, 101, 118, 120, 121, 167, 202).

ITAI et al. (72) berichten in einer Studie über 415 Patienten mit unterschiedlichen raumfordernden Prozessen der Leber, daß von 77 Patienten mit Lebermetastasen nur ein Fall mit prominenter Leberprotrusion zu diagnostizieren war. Dies korreliert zu Angaben aus dem Schrifttum der Laparoskopie; die meisten Autoren räumen dort ein, daß, trotz Einsehbarkeit von 70% - 80% der Leberoberfläche, Lebermetastasen unentdeckt bleiben, weil sie keine Konturabnormalität oder erkennbare Oberflächenstruktur darstellen (17, 35, 36, 74, 93, 183). Dies ist auch der Grund dafür, daß seit Einführung der computertomographiegezielten Leberbiopsie wesentlich verbesserte Gewebsdiagnosen möglich geworden sind (60, 161, 177, 192).BUURMANN et al. (31) wei-

sen auf eine Anzahl von Fällen hin, bei denen Lebermetastasen computertomographisch ausschließlich aufgrund der Leberprotrusionen erkennbar waren; für das hier untersuchte Patientenkollektiv traf ein solcher Fall nicht zu.

Das Verhältnis von zentralen Metastasen (86%, 29 Fälle) zu randständigen Lebertumoren (88%, 132 Fälle) stellte sich im vorliegenden Patientengut praktisch ausgeglichen dar, wobei fast zwei Drittel der Patienten die Kombination aus beiden Lokalisationen aufwiesen. Ein für bestimmte Primärtumoren charakteristisches Lokalisationsmuster war nicht festzustellen. Lediglich bei malignem Lymphom war auffällig, daß - bei allerdings kleiner Fallzahl - die Hälfte der Patienten ein seltenes Metastasierungsmuster aufwiesen, nämlich ausschließlich randständig gelegene Metastasen.

In der computertomographischen Literatur werden Lebermetastasen als überwiegend multilokulär auftretende Läsionen beschrieben (4, 5, 20, 22, 45, 84, 92, 116, 120, 131, 134, 140, 146, 150, 154, 155, 157, 167, 172, 175, 199).

Diese Angaben decken sich mit Aussagen, die dem pathologisch-anatomischen Schrifttum zu entnehmen sind. PRIEST und BERK (135) geben an, daß 90% der Metastasen multipel auftreten, während in einer neueren Autopsiestudie PICKREN et al. (132) bei 467 Patienten mit Lebermetastasen einen Anteil von 94% multilokulärer Läsionen vorfanden, wobei allerdings mikroskopisch und mikroskopisch erkennbare Metastasen zusammengefaßt wurden. ITAI et al. (72) berichten in einer computertomographischen Untersuchung von 415 Patienten mit verschiedenen raumfordernden Prozessen der Leber, daß von 29 Fällen mit mehr als 10 Leberläsionen es sich in 26 Fällen um multipler Lebermetastasierung handelte.

Im untersuchten Patientengut waren multilokuläre Lebermetastasen (drei und mehr Läsionen) zwar bei etwas über zwei Drittel aller Patienten am häufigsten anzutreffen, jedoch war der Anteil an multiplen Metastasierungen etwas geringer als nach den Beobachtungen der obengenannten Autoren zu erwarten gewesen war. Abgesehen von den Primärtumoren mit sehr kleiner Fallzahl zeigte das Bronchialkarzinom in über 90% der Fälle einen überdurchschnittlich hohen Anteil multipler Metastasen auf. Diese Tendenz zu ausgedehnter Metastasierung wird die Tatsache bestätigt, daß bei keinem der Bronchialkarzinome Solitärmetastasen zu diagnostizieren waren. Die massive Streuung des Bronchialkarzinoms wird durch Angaben aus dem CT-Schrifttum, wie den Ergebnissen von DUNNICK et al. (42) bestätigt.

Der zweithäufigste Metastasierungstyp waren Solitärmetastasen, die bei 21% aller Patienten auftragen und zu etwa einem Drittel histologisch gesichert waren. Vergleicht man den Prozentsatz von Solitärmetastasen mit den Zahlen der oben erwähnten Untersuchung von PICKREN et al. (132), die bei 467 Metastasenträgern nur 28 Solitärmetastasen (6%) diagnostizierten, so ist der Anteil von Einzelherden im untersuchten Patientenkollektiv erheblich größer. Es kann also vermutet werden, daß sich unter der beträchtlichen Zahl von Solitärmetastasen im CT eine Anzahl von nicht erkannten bzw. nicht erkennbaren Läsionen befindet. Einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Solitärmetastasen besassen malignes Lymphom, sowie Magen- und Uteruskarzinom, wobei letztgenanntes Malignom wegen der sehr kleinen Fallzahl nur sehr eingeschränkt zu beurteilen ist. Für das Magenkarzinom bestätigt die Analyse von PICKREN et al. (132) dieses Ergebnis, denn die genannten Autoren weisen in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen ebenfalls einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Solitärmetastasen von Magentumoren nach. Die von PICKREN et al. festgestellte Tendenz, daß Tumoren von Organen aus dem Drainagegebiet der Pfortader (Pankreas, Kolon und Rektum) überdurchschnittlich oft Solitärmetastasen verursachen, kann von den Resultaten der vorliegenden Analyse nicht

bestätigt werden.

Metastasierungsort für Solitärmetastasen waren rechter und linker Leberlappen im ungefähren Verhältnis zwei zu eins. Als einziger Primärtumor zeigte das Magenkarzinom gering häufiger Einzelmetastasen im linken als im rechten Leberlappen. Ob das relativ häufige Auftreten von Solitärmetastasen der drei erwähnten Malignome und die etwas häufigere Solitärmetastasierung des Magenkarzinoms in den linken Leberlappen differentialdiagnostischen Wert besitzen - z.B. hinsichtlich der Abgrenzung von Metastasen dieser Tumoren zu anderen, eher solitär auftretenden Leberläsionen - wäre an größeren Fallzahlen zu überprüfen. Auffällig war, daß in keinem der 150 Fälle Solitärmetastasen im Lobus caudatus oder im Lobus quadratus lokalisiert waren. Diese Tatsache stellt einen interessanten Aspekt bei der Beurteilung und Differentialdiagnose von solitären raumfordernden Prozessen in den kleinen Leberlappen dar.

Zwei oder drei Metastasen lagen im untersuchten Patientenkollektiv erheblich seltener vor als eine diffuse Durchsetzung der Leber mit Tochtergeschwülsten oder Solitärmetastasen. Die Analyse der mit 10% zahlenmässig geringen Zweifach- und Dreifachmetastasierungen ergab kein für einen Primärtumor signifikantes Erscheinungsbild.

Durch die technisch-apparative Fortentwicklung der Computertomographen ist in den letzten Jahren die Nachweisbarkeitsgrenze für Lebermetastasen herabgesetzt worden. Während für Scanner mit Abtastzeiten zwischen 18 s und 150 s Metastasen mit einem Mindestdurchmesser von 2-3 cm als in aller Regel erkennbar angegeben werden (72, 120, 153, 155), können neueren Untersuchungen, die sich auf Computertomographen mit Abtastzeiten bis zu 5 s beziehen, Mindestgrößen für Lebermetastasen von 0,5-1 cm (123) und in einzelnen Fällen unter 0,5 cm Durchmesser (157) entnommen werden. Sowohl apparative Verbesserungen (schnellere Abtastzeiten und kleinere Kollimatoren) als auch die zunehmende Erfahrung der Untersucher, sind wohl in der Haupt-

sache für diese Anhebung der diagnostischen Effizienz verantwortlich (23, 81). Im untersuchten Patientengut maßen die kleinsten diagnostizierten Lebermetastasen ebenfalls ca. 0,5 cm im Durchmesser. Statistisches Material über die Größenverteilung ist im vorliegenden computertomographischen Schrifttum nicht vorzufinden; es werden Metastasen aller Größenordnungen erkennbar (4, 5, 20, 45, 84, 92, 116, 120, 131, 134, 140, 146, 150, 151, 155, 157, 167, 172, 176, 199). ITAI et al. (72) weisen auf deutliche Unterschiede in der Größenverteilung zwischen primären Leberkarzinomen (überwiegend solitär und größer als 10 cm im Durchmesser und den wesentlich kleineren Metastasen hin. OSTEAUX et al. (123) geben Metastasen als eher kleine und überwiegend multilokuläre Leberläsionen an, im Gegensatz zu den kavernösen Hämangiomen, die nach den Autoren in aller Regel mehr als 5 cm im Durchmesser betragen.

Als ebenfalls kleine Leberläsionen (bis zu 2 cm Durchmesser) werden in dieser Analyse biliäre Zysten angegeben. Die obengenannten Angaben korrelierten annähernd mit den Aussagen aus dem pathalogischen Schrifttum über die Größe von Lebermetastasen (132), primäre Leberkarzinome (115) kavernöse Hämangiome (3), und Leberzysten (112, 142).

Im untersuchten Patientengut schwankten die Metastasengrößen zwischen 0,5 und 19 cm im Durchmesser. Auch innerhalb ein und derselben Leber variierten in den Fällen mit multipler Metastasierung die Metastasengrößen. Diese Beobachtung bestätigt die Aussagen von ITAI et al. (72), die multiple Lebertumoren unterschiedlicher Größe in einer Leber für stark metastasenverdächtig halten. Multiple Metastasen gleicher Größe kamen im untersuchten Patientengut innerhalb keiner Metastasenleber vor. Abgesehen von den kleinen Teilkollektiven wiesen alle Primärtumorgattungen eine Bandbreite der Metastasengröße von 0,5 cm bis zu 10 cm Durchmesser auf. Metastasen bis zu einem maximalen Durchmesser von 5 cm traten bei annähernd der Hälfte der Patienten auf und waren mit Abstand am häufigsten, während das

Verhältnis der Patientengruppen mit kleinen Metastasen bis zu maximal 2 cm und besonders großen Metastasen bis zu maximal 10 cm im Durchmesser ausgeglichen war.

Keineswegs ausgeglichen war das Verhältnis der Metastasengrössen in Relation zum jeweiligen Primärtumor. Während bei kolorektalem Karzinom Metastasen bis zu 5 cm gering seltener zu diagnostizieren waren als Metastasen bis zu 10 cm im Durchmesser und größer, überwogen bei den nächstgrößeren Teilkollektiven Metastasen bis zu maximal 5 cm sehr erheblich (Pankreas- und Bronchialkarzinom) bis erheblich (Mammakarzinom). Neben den kolorektalen Karzinomen zeigten nur noch die Karzinoide ein Überwiegen der Metastasen einer Größe bis zu einem Durchmesser von 10 cm und darüber. Die Tatsache, daß zwei von drei Patienten mit Karzinoiden Metastasen dieser erheblichen Größe aufwiesen, wäre an einer größeren Fallzahl zu überprüfen.

Das Kollektiv der Metastasen bis zu einem maximalen Durchmesser von 2 cm stellte sich sehr ausgeglichen dar, es fiel jedoch auf, daß - bei allerdings kleiner Fallzahl - kein Patient mit Magenkarzinom Metastasen bis zu einem maximalen Durchmesser von 2 cm aufwies.

Metastasen mit mehr als 10 cm Durchmesser kamen bei insgesamt 11 Patienten vor und es handelte sich in keinem Fall um Solitärmetastasen, sondern ausschließlich um Patienten mit drei und mehr Tumoren. Diese Tatsache bietet einen interessanten Aspekt in den differentialdiagnostischen Überlegungen bei der Abgrenzung von Lebermetastasen zu anderen malignen (primäres Leberkarzinom) und benignen Leberläsionen (kavernöses Hämangiom, Leberadenom), die nicht selten als solitäre Herde von erheblicher Größe beschrieben werden (16, 46, 71, 72, 87).

Systematische Aussagen über die Form von Lebermetastasen im CT-Bild werden im computertomographischen Schrifttum nicht gemacht. Aus den zahlreichen Publikationen der CT-Diagnostik von Leberläsionen läßt sich entnehmen, daß es sich häufig um runde und ova-

läre Strukturen handelt; seltener werden auch polyzyklisch geformte Lebermetastasen beschrieben (4, 5, 20, 52, 84, 92, 131, 134, 140, 146, 150, 151, 154, 155, 167, 172, 173, 176, 199). OSTEAUX et al. (122) stellen an 10 Metastasenträgern fest, daß Lebermetastasen im CT-Bild rund bis ovalär aussehen. In derselben Studie wird dieses Erscheinungsbild auch für zahlreiche andere raumfordernde Prozesse der Leber angegeben (Gallengangserweiterungen, intrahepatischer und subphrenischer Abszess, intrahepatisches Hämatom, Echinokokkose, dysontogenetische Zysten), während hauptsächlich für das primäre Leberkarzinom unregelmässige Gestalt diagnostiziert wurden; letzteres deckt sich mit CT-Untersuchungsergebnissen von ITAI et al. (72) und KUNSTLINGER et al. (87).

Im untersuchten Patientengut waren runde Metastasen der mit Abstand vorherrschende Formtyp; sie waren insgesamt über 80% der Patienten zu diagnostizieren - bei 40% aller Fälle sogar als einzige Metastasenform. Im relativ großen Patientenkollektiv mit Bronchialkarzinom waren - wie bei sieben anderen Malignomen mit kleiner Fallzahl auch - ausschließlich runde Metastasen vorzufinden. Insgesamt kann also die runde Metastasenform nach den vorliegenden Ergebnissen als relativ typisch für das computertomographische Erscheinungsbild von Lebermetastasen angesehen werden.

Erstaunlicherweise und im Widerspruch zu OSTEAUX et al. (122) traten nicht ovaläre, sondern polyzyklisch geformte Tochtergeschwülste bei annähernd der Hälfte der Patienten als zweithäufigstes Erscheindungsbild auf. Unter diesem Aspekt engen sich die begrenzten Möglichkeiten, aufgrund der Form eine Unterscheidung zwischen primärem Leberkarzinom und Lebermetastase(n) zu erleichtern, weiter ein. Ovaläre Metastasen waren nämlich bei nur 24 Patienten mit Abstand am seltensten.

Nach der häufigsten Manifestationsart von ausschließlich runden Metastasen war die Kombination von runden und polyzyklisch

geformten Tumoren bei etwa einem Drittel der am zweithäufigsten. Alle weiteren Formkombinationen - als einzige trat die Kombination von ovalären und polyzyklisch geformten Geschwülsten nicht auf - verteilten sich auf ein Drittel der Patienten und offenbarten ebensowenig wie die häufigeren Manifestationsformen kein für einen Primärtumor charakteristisches Erscheinungsbild.

Die Konturen von Lebermetastasen im computertomographischen Erscheinungsbild werden - wie andere Leberläsionen auch - in der Hauptsache von der Dichtedifferenz zwischen Metastase und umgebendem Leberparenchym bestimmt. Unscharfe Randkonturen können also Ausdruck einer geringen Dichtedifferenz zwischen normalem und pathologischem Gewebe und Zeichen des infiltrativen Wachstums sein, zum Teil können unscharfe Konturen aber auch auf den Partial- volume- Effekt zurückgeführt werden (31, 106, 162, 163, 164, 176).

Bedeutung kommt dem Aspekt der Konturierung bei der Abgrenzung von anderen differentialdiagnostisch in Frage kommenden Leberläsionen zu; OSTEAUX et al. (122) weisen auf diesen Punkt hin, indem sie unter anderem die unterschiedlichen Konturen von Leberläsionen als morphologisches Kriterium vergleichend gegenüberstellen. Die Aussagen über die Konturierung sind in der computertomographischen Literatur relativ zahlreich und keineswegs gleichlautend. Einige Autoren geben die Konturen von Lebermetastasen als relativ scharf abgegrenzt vom umgebenden Lebergewebe an (5, 83, 92, 99, 119, 120 122). GERHARDT und van KAICK (54, 56) hingegen weisen daraufhin, daß Metastasen aufgrund der Konturierung mit Abszessen und intrahepatischen Hämatomen, nicht aber mit den erheblich schärfer konturierten Leberzysten verwechselt werden können.

Ausschließlich auf Leiomyosarkommetastasen bezogen, stellen NOON et al. (118) sehr scharfe Abgrenzungen zum Leberparenchym fest.

SCHERER (157) gibt in einer Studie die Übergänge von Leber-

metastasen zum gesunden Parenchym als z. T. scharf markiert und z. T. fließend an, während GERHARDT und van KAICK (54, 56) die unscharfe Begrenzung der Aufhellungszonen im CT-Bild als differentialdiagnostisches Kriterium für Lebermetastasen gegenüber primären Leberkarzinomen anführen.

Im untersuchten Patientenkollektiv überwogen die scharf konturierten Metastasen die unscharf begrenzten Tumoren deutlich. Während unscharf begrenzte Metastasen nur in ca. der Hälfte aller Fälle vorlagen, waren scharf begrenzte Metastasen in über 80% aller Fälle zu diagnostizieren. Vor allem die Analyse der größeren Teilkollektive zeigte die Tendenz zur Darstellung von scharf konturierten Tochtergeschwülsten; abgesehen von wenigen Ausnahmen zeigten hier alle Fälle scharf begrenzte Metastasen im CT-Bild.

Unscharf begrenzte Metastasen waren zwar erheblich seltener, fehlten aber auch bei keiner der Primärtumorgattungen mit grösserer Fallzahl. Nur bei drei Einzelkollektiven - das größte stellte das Nierenkarzinom dar - wurden häufiger unscharf als scharf markierte Lebermetastasen vorgefunden. Bei über der Hälfte aller Fälle traten scharf begrenzte Metastasen alleine auf, während bei einem Drittel der Patienten die Kombination aus scharf und unscharf begrenzten Metastasen vorlag; der kleinere Rest der Patienten wies Metastasen ausschließlich unscharfer Begrenzung auf, wobei die meisten Fälle auf das Nierenkarzinom entfielen. Während sich, außer einer Tendenz des Nierenkarzinoms zu bevorzugt unscharf konturierten Metastasen, keine für bestimmte Primärtumoren signifikante Charakteristika ergaben, zeigte sich doch eine Bestätigung der Autoren, die die Lebermetastasen als eher scharf markiert bzw. z. T. scharf, z. T. unscharf begrenzt analysiert hatten.

Ähnliches Konturierungsverhalten werden für das intrahepatische Hämatom (62, 173) das primäre Leberkarzinom (71, 72, 87) und kleinere Hämangiome (32, 70) beschrieben.

Die von NOON et al. (118) an drei Fallbeispielen aufgestellte Vermutung, daß Leiomyosarkommetastasen besonders scharf begrenzt imponieren, ließ sich durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nur teilweise bestätigen. Zwei des ebenfalls drei Patienten umfassenden Teilkollektivs mit Leiomyosarkommetastasen wiesen ausschließlich sehr scharf begrenzte Metastasen auf; in einem Fall lag jedoch eine Kombination aus scharf und unscharf begrenzten Metastasen vor. Ob, wie von NOON et al. vermutet wird, Leiomyosarkommetastasen eine für ihre Differentialdiagnose charakteristische Konturierung aufweisen, kann nicht abschließend beurteilt werden, zumal in der Literatur keine grösseren Fallzahlen zur Klärung dieser Frage vorliegen.

In der Literatur werden Lebermetastasen als gegenüber dem umgebenden Leberparenchym weitgehend hypodense Läsionen beschrieben (4, 5, 20, 45, 84, 92, 116, 120, 131, 134, 140, 146, 150, 151, 155, 167, 172, 176).

Im untersuchten Patientengut waren, bis auf eine Ausnahme, in allen Fällen Lebermetastasen als dichtegeminderte Zonen zu erkennen; lediglich in einem Fall mit histologisch gesicherter Fettleber erschienen die Metastasen als ausschließlich hyperdens gegenüber dem Lebergewebe. Dieses umgekehrte Dichteverhalten bei Fettleber entspricht den Beobachtungen, die KRESSEL et al. (85) bereits 1977 hierzu gemacht haben.

Für Lebermetastasen gibt BERNARDINO (22) Dichtewerte an, die durchschnittlich 20 HE unter der mit 50-80 HE angegebenen Leberdichte liegen. Andere Autoren bezeichnen die Dichtedifferenzen mit 10-30 HE (52; 92; 120; 121; 172). OSTEAUX et al. (122) beschreiben die Metastasendichte ebenfalls als ca. 20 HE unter den Absorptionswerten der Leber (50-70 HE).

Absolute Absorptionswerte für Lebermetastasen werden von FRÜHLING und OSTEAUX (52) um 40 HE angegeben. Tendenziell über-

einstimmend mit den oben erwähnten Autoren lag im untersuchten Patientengut der Durchschnittswert aller Metastasen bei 38 ± 15 HE; der Dichtebereich, in dem sich die überwiegende Mehrzahl aller Metastasen befanden, ist mit 20-60 HE etwas weiter gesteckt als in den zitierten Publikationen. Nur ein Patient wies keine Metastasen dieses Absorptionsbereichs auf.

In Prozent des zugehörigen Lebergewebes betrug der mittlere Absorptionswert (Mittel aus höchstem und niedrigstem Dichtewert) aller Metastasen 66 ± 16% des jeweiligen zugehörigen Leberparenchyms, wobei sich für die durchschnittliche Leberdichte des Gesamtkollektivs mit 58 ± 7 HE ein Wert ergab, der in einem Bereich liegt, wie er auch von anderen Autoren angegeben wird (22, 44, 54, 56, 68, 92, 103).

Etwas über zwei Drittel der Metastasen wiesen mittlere Absorptionswerte zwischen 50% und 80% des zugehörigen Leberparenchyms auf. Die Metastasen, die nicht in diesen Absorptionsbereich fielen, verteilten sich zu annähernd gleichen Teilen auf die beiden Kollektive besonders hoher und niedriger Dichtewerte. Während die Metastasen besonders niedriger Dichte (Minimalwert unter 20 HE bzw. mittlere Dichte weniger als 50% der zugehörigen Leberdichte) eine relativ gleichmäßige Verteilung auf die verschiedenen Primärtumoren zeigten, wurde im Kollektiv der Metastasen besonders hoher Dichte (Maximalwert über 60 HE bzw. mittlere Dichte mehr als 80% der zugehörigen Leberdichte) ein deutliches Übergewicht von Metastasen kolorektaler Karzinome deutlich. Bei 10 der 12 Patienten mit metastasären höchsten Absorptionswerten über 60 HE lag ein kolorektales Karzinom vor; im Kollektiv der Metastasen mit mittleren Dichtewerten über 80% des Leberparenchyms war der prozentuale Anteil bei den Patienten mit kolorektalem Karzinom (28%, 11 Fälle) größer als der aller übrigen in diesem Kollektiv vertretenen Primärtumoren zusammen (9%, 10 Fälle).

Nach den vorliegenden Ergebnissen legen also Metastasen mit sehr

hohen Absorptionswerten den Verdacht auf das Vorliegen eines kolorektalen Karzinoms nahe. Bestätigt wird diese Vermutung durch die Analyse der Metastasen, deren Dichtewerte sogar die Absorptionswerte des zugehörigen Leberparenchyms überstiegen. Bei sechs Patienten betrugen die mittleren Dichtewerte mehr als 100% der Leberdichte; der Primärtumor war bei fünf dieser sechs Patienten ein kolorektales Karzinom. Mittlere Absorptionswerte von Lebermetastasen wurden auch von SCHERER (157) publiziert; in dieser Studie werden Metastasen dieser Dichtewerte ebenfalls überproportional häufig bei Kolon-, Sigma- und Rektumkarzinom vorgefunden. STEPHENS et al. (176) berichteten bereits 1977 - allerdings nur an einem Einzelfall - von Metastasen eines Adenokarzinoms des Kolons, deren Dichtewerte partiell des Absorptionswerte des Lebergewebes überstiegen.

Die Auswertung des niedrigsten und höchsten Absorptionswertes einer oder mehrerer Metastasen jeweils einer Leber ergab intraindividuelle Absorptionsdifferenzen von 0 bis 89 HE; die Mehrzahl aller Patienten (85%) wiesen allerdings intraindividuelle Dichtedifferenzen im Bereich von 0 - 30 HE auf. Metastasen größter Homogenität (Absorptionsdifferenz 0 HE) lagen in 12 Primärtumorgattungen bei 38 Patienten vor; das Mammakarzinom war als einziger Primärtumor überdurchschnittlich häufig Ursache sehr homogener Metastasen. Bei 12 der 38 Patienten ohne intraindividuelle Absorptionsdifferenzen lag ein Mammakarzinom vor. Intraindividuelle Absorptionsdifferenzen von mehr als 30 HE waren insgesamt in einer Häufigkeit von 15% selten vorzufinden (23 Fälle); bei über der Hälfte, nämlich 15 dieser 23 Patienten lag ein kolorektales Karzinom vor. 38% der Patienten mit kolorektalem Karzinom wiesen also intraindividuelle Absorptionsunterschiede von mehr als 30 HE auf.

Lebermetastasen werden im CT-Bild als eher homogen erscheinende Strukturen beschrieben (22, 31, 122, 123). Übereinstimmend weisen einige Autoren darauf hin, daß es sich bei inhomogenen Metastasen um ein von der Regel abweichendes Absorptionsverhal-

ten handelt (15, 20, 22, 45, 72, 157, 199).

Die Analyse des visuellen Eindrucks der Lebermetastasen im CT-Bild ergab im Widerspruch zu den erwähnten Autoren ein Übergewicht der inhomogenen Metastasen über die homogenen Tochtergeschwülste im ungefähren Verhältnis von drei zu zwei. In Korrelation zum visuellen Aspekt ergab die Auswertung des jeweils niedrigsten und höchsten Absorptionswerts der Metastase(n) jeweils einer Leber für homogene Metastasen intraindividuelle Absorptionsdifferenzen von 0-14 HE. 60% dieser Patienten wiesen überhaupt keine Absorptionsdifferenzen auf; so ergab sich eine durchschnittliche intraindividuelle Absorptionsdifferenz von 3 HE.

Die intraindividuellen Dichtedifferenzen inhomogener Metastasen variierten in einem weiten Bereich mit Extremwerten von 8 HE-89 HE; der Durchschnitt der intraindividuellen Absorptionsdifferenzen lag bei 24 HE.

Während alle Primärtumoren - von einigen mit sehr kleiner Fallzahl abgesehen - eine etwa gleichmäßige Verteilung von homogenen und inhomogenen Metastasen aufwiesen, zeigten Metastasen der kolorektalen Karzinome mit 18% homogenen Metastasen und 82% inhomogenen Metastasen als einzige eine ausgeprägte Tendenz zur Inhomogenität.

In der computertomographischen und sonographischen Literatur liegen einige Aussagen über eine Sonderform inhomogener Metastasen vor, die in aller Regel als nekrotisch oder zystisch bezeichnet werden (20, 21, 22, 45, 58, 118, 122, 144, 173, 176, 198, 199). Es handelt sich um Metastasen, die im Vergleich zur Restmetastase stärker hypodense und somit abgrenzbare Bezirke aufweisen. In Übereinstimmung mit den zitierten Autoren weisen WOOTEN et al. (198, 199) ausdrücklich auf die Verwechselbarkeit solcher Metastasen mit benignen Zysten oder Leberabszessen hin. Ebenso für die Differentialdiagnose erheblich ist die Tatsache, daß bis dato dieses Absorptionsphänomen bei primärem

Leberkarzinom nicht (15, 45, 71, 72, 87), bzw. nur ganz vereinzelt (157) beschrieben wurde.

SCHERER et al. (155) stellten in einer CT-Studie mit pathologischer Korrelation fest, daß extrem niedrige Dichtewerte allerdings nicht notwendigerweise auf Tumornekrosen zurückgeführt werden können, da ähnliche Dichtewerte auch in nicht-nekrotischem Material zu diagnostizieren waren; es wurde also vermutet, daß die Ursache die Beschaffenheit des Tumorgewebes selbst ist.

Als kleinere, stärker hypodense und zentrale Metastasenbezirke oder als solche, die bis auf einen relativ dichteren Randsaum fast die ganze Metastase einnehmen, sind die stärker strahlentransparenten Bezirke im Schrifttum dargestellt worden (15, 71, 72, 122, 157, 199). Metastasen eines solchen Erscheinungsbilds lagen im untersuchten Patientenkollektiv bei fast einem Drittel der Fälle erstaunlich häufig vor; die Dichtewerte der beschriebenen Bezirke variierten von 7 HE bis zu 39 HE, wobei Absorptionswerte über 30 HE selten waren. Metastasen dieser Ausprägung fehlten bei keiner Primärtumorgattung. Von den kleinen Teilkollektiven abgesehen war die Verteilung auf die verschiedenen Primärtumoren sehr ausgeglichen. Lediglich das Ovarialkarzinom zeigte einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Metastasen mit stärker hypodensen Bezirken, denn fünf der acht Patientinnen wiesen Metastasen dieses Erscheinungstyps auf. In einer CT-Studie fanden FEDERLE et al. (45) bei neun zystisch erscheinenden Lebertumoren neun verschiedene Primärtumoren (1 Ovarialkarzinom) vor, und sie konnten keine eindeutige Tendenz bestimmter Primärtumoren zur Ausbildung der beschriebenen Metastasen feststellen.

Die von WOOTEN et al. (199) und NOON et al. (118) gemachte Beobachtung, daß Sarkommetastasen zur Bildung stärker hypodenser Bezirke neigen, kann durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit weder dementiert noch bestätigt werden; in einem von drei Fällen mit Leiomyosarkom lagen stärker hypodense Tumorbe-

zirke vor. In Übereinstimmung mit der Studie von FEDERLE et al. (45) kann hinsichtlich der Tendenz einzelner Primärtumoren zu bevorzugter Ausbildung der beschriebenen Metastasenareale keine definitive Aussage getroffen werden.

Die wichtigste Beobachtung scheint zu sein, daß neoplastische Prozesse bei der Differentialdiagnose zystisch erscheinender Leberläsionen in Betracht gezogen werden müssen, ungeachtet welchen Ursprungs der Primärtumor ist.

In zehn Fällen konnten in den erwähnten Metastasenbezirken Sedimentationsphänomene und/oder Flüssigkeits-Flüssigkeitsspiegel diagnostiziert werden, wie sie vereinzelt bereits beschrieben wurden (157, 199). Die Verwechslungsmöglichkeiten mit Leberabszessen liegen hier auf der Hand und müssen - vor allem wenn es um solitäre Leberläsionen geht - berücksichtigt werden.

In einigen Publikationen werden Vermutungen über den Einfluß der Chemotherapie auf das Entstehen stärker strahlentransparenter Metastasenareale angestellt, wobei es sich aber um Einzelbeobachtungen handelt, denen kleine Fallzahlen zu Grunde liegen (20, 21, 22, 58, 118, 198, 199).

Die auf einer wesentlich größeren Fallzahl basierenden Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen die oben erwähnten Vermutungen nicht generell. Bei den 48 Patienten, deren Metastasen die genannten Bezirke aufwiesen, ergab sich ein deutliches Übergewicht von 27 nichttherapierten Patienten über 21 Patienten, die unter Polychemotherapie standen. Von allen 41 zytostatisch behandelten Patienten wiesen somit 21 Fälle stärker hypodense Metastasenareale auf, 20 Patienten nicht. In sieben Fällen konnte ein Vergleich der CT-Untersuchungen vor und nach Beginn einer Polychemotherapie durchgeführt werden. Die Tatsache, daß bei sechs Patienten die stärker strahlentransparenten Metastasenareale bereits vor Therapiebeginn bestanden hatten und über die Dauer der Therapie hinaus noch zunahmen, ergibt zusam-

men mit der oben erfolgten Gegenüberstellung der unterschiedlichen Kollektive keinen eindeutigen Anhalt für den Einfluß der zytostatischen Behandlung auf die Entstehung von Metastasenbezirken erheblicher Hypodensität.

Ähnliche Ergebnisse hinsichtlich dieser Frage werden in einer neueren Studie auch von FEDERLE et al. (45) angegeben; sieben von neun Patienten, die Metastasen des beschriebenen Absorptionsverhaltens aufwiesen, standen dort nicht unter Polychemotherapie. FEDERLE et. al. gelangen zu dem Schluß, daß die zytostatische Behandlung kein notwendiger und gemeinsamer Faktor der Metastasen dieses Dichteverhaltens darstellt.

Die Gegenüberstellung der Metastasengrößen und der Häufigkeit stärker hypodenser Metastasenareale ergab hingegen eine auffällige Korrelation im untersuchten Patientenkollektiv. Mit steigender Metastasengröße nahm der Anteil der Metastasen mit stärker hypodensen Bezirken prozentual zu. Während im Kollektiv der Metastasen bis zu 2 cm maximalem Durchmesser mit nur bei 6% (2 von 32 Fällen) die beschriebenen Tochtergeschwülste am seltensten vorlagen, wiesen mit 73% der Fälle mit Metastasen über 10 cm Durchmesser stärker hypodense Metastasen am häufigsten auf (8 von 10 Fällen).

Ein seltenerer Erscheinungstyp inhomogener Metastasen liegt bei Tochtergeschwülsten mit abgrenzbaren Bezirken partiell erhöhter Dichte vor. Metastasen dieses Erscheinungsbilds scheinen insgesamt seltener und werden nur vereinzelt in der CT-Literatur beschrieben (20, 22, 50, 72, 156, 157, 176): bei ihrem Vorliegen kommen alleine vom CT-Bild her folgende Differentialdiagnoses in Betracht: Primäres Leberkarzinom, Echinokokkus alveolaris, eventuell auch vaskuläre Tumoren (16, 87, 147, 157).

Es wird vermutet, daß vor der Einführung der Aufnahmetechnik

in Atemstillstand, Metastasen des zuletzt beschriebenen Erscheinungsbildes durch Artefakte und Bildrauschen möglicherweise maskiert wurden (157).

Die Annahme von STEPHENS et al. (176), daß diesen partiell **hyperdensen** Metastasenarealen Verkalkungen oder frisches Blut zu Grunde liegen, konnte durch die CT-Untersuchungen isolierter Organe durch SCHERER et al. (156, 157) - die teils Fibrosierungen und teils die Tumorbeschaffenheit selbst verantwortlich machen - nicht uneingeschränkt bestätigt werden. Verkalkungen werden in den zitierten Studien allerdings auch nicht ausgeschlossen.

Insgesamt sind Leberverkalkungen relativ selten. Sie werden bei Gummata, tuberkulösen und anderen granulomatösen Erkrankungen beschrieben (27, 77) und kommen bei kavernösen Hämangiomen (13, 27, 133, 154), Hämangioendotheliomen (27, 176) und malignen Histiozytomen vor. Häufiger sind sie bei Leberechinokokkosen (27, 182) oder bei benignen Zysten (77). Verkalken können weiterhin alte Hämatome, Abszesse (27, 77) und primäre Leberkarzinome (8, 9, 27, 77, 102).

Das relativ seltene Vorkommen partiell verkalkter Lebermetastasen ist aus dem pathologisch-anatomischen, röntgenologischen und sonographischen Schrifttum bekannt (12, 26, 27, 30, 48, 76, 77, 80, 86, 100, 114, 138, 139, 141, 168, 169, 193, 203).

Verkalkte Lebermetastasen wurden dabei am häufigsten bei Primärtumoren im Gastrointestinaltrakt, speziell bei Kolonkarzinomen, aber auch bei Pankreaskarzinomen, Mammakarzinomen, Zystadenokarzinomen des Ovars, bei Neuroblastomen und bei malignen Melanomen beschrieben. Auffallend ist, daß sonographisch Lebermetastasen mit einem dichteren Echomuster ebenfalls am häufigsten bei Primärtumoren des Gastrointestinaltrakts, speziell des Kolons (58, 78, 104, 110, 111, 178, 179, 180, 191) und seltener bei anderen Tumoren (58, 75, 160) beobachtet werden.

Die Aussagen in der computertomographischen Literatur über partiell hyperdense Metastasen verweisen in der Mehrzahl auch auf das kolorektale Karzinom als zugrundeliegendem Primärtumor. ITAI et al. (72) geben an, daß von zehn Fällen mit kalzifizierten Lebermetastasen sieben Patienten ein kolorektales Karzinom aufweisen; in einer Analyse von BERNARDINO et al. (20) weisen fünf von sechs Patienten mit Metastasen des beschriebenen Absorptionsverhaltens ein Kolonkarzinom auf.

Bei der großen Fallzahl von 184 Patienten mit Lebermetastasen fanden SCHERER und LISSNER (156) Metastasen mit partiell erhöhter Dichte bei 41% aller Patienten mit kolorektalem Karzinom, aber nur bei insgesamt 15% der Patienten mit anderen Malignomen. Übereinstimmend beschreiben die oben erwähnten Autoren die hyperdensen Bezirke als klein und von nodulärer, punktförmiger oder amorpher Gestalt.

Im untersuchten Patientengut fanden sich partiell hyperdense Metastasen des beschriebenen Erscheinungsbildes bei 56% der Patienten mit kolorektalem Karzinom und nur bei 8% der Patienten mit Primärtumoren anderer Lokalisation; d. h. 22 aller 31 betroffenen Patienten besaßen ein kolorektales Karzinom. Der Verdacht, daß dieses Karzinom besonders zur Bildung partiell hyperdenser Metastasen neigt, läßt sich durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung voll bestätigen und ergibt einen interessanten Aspekt, wenn Metastasen dieses Erscheinungstyps vorliegen und der Primärtumor (noch) unbekannt ist.

Die Dichtewerte der hyperdensen Bezirke schwankten zwischen 47 HE und maximal 120 HE und lagen erheblich über dem Durchschnittswert, der sich im untersuchten Patientengut für Lebermetastasen ergab. In einigen Fällen überschritten die Dichtewerte der partiell hyperdensen Bezirke sogar die Absorptionswerte der zugehörigen Leber.

Die von BERNARDINO und GREEN (20, 21, 22) geäußerte Vermutung,

daß Chemotherapie die Bildung von Kalzifizierungen hervorrufen könne, ließ sich durch die vorliegenden Ergebnisse weder bestätigen, noch widerlegen. Bei den 31 Patienten, die partiell hyperdense Metastasen aufwiesen, ergab sich ein deutliches Übergewicht von 20 nichttherapierten Patienten über 11 therapierte Patienten. Insgesamt besaßen von 41 zytostatisch behandelten Patienten nur 27% (11 Fälle) die erwähnten Metastasenbezirke. Die Verlaufskontrollen erbrachten in zwei Fällen, daß die partiell hyperdensen Areale vor Beginn der Therapie bestanden hatten, in einem Fall waren die Bezirke nach Therapiebeginn entstanden.

Bei acht Patienten mit vier verschiedenen Primärtumoren konnte eine Kombination aus stärker hypodensen und partiell hyperdensen Metastasenarealen diagnostiziert werden. Eine chemotherapeutische Behandlung lag nur bei zwei dieser Patienten vor. Metastasen dieses Absorptionsverhaltens zeigten sich in 50% der Fälle am häufigsten bei Patienten mit kolorektalem Karzinom. Korrelierend zu diesem Ergebnis gibt WELLS (193) im pathologischen Schrifttum ab, überdurchschnittlich häufig Kalksalze beinhaltende nekrotisierte Lebermetastasen von Kolonkarzinomen vorgefunden zu haben.

In der CT-Diagnostik von Lebermetastasen sind prinzipiell vier verschiedene Reaktionsformen nach Kontrastmittelapplikation möglich: (1) das normale Leberparenchym nimmt an Dichte stärker zu als die Metastase(n) und der pathologische hypodense Prozeß hebt sich besser ab vom umgebenden Lebergewebe (Kontrastverstärkung). Diese Reaktionsform wird sowohl für hypovaskularisierte Lebermetastasen als auch für zystische Raumforderungen und hypovaskularisierte Primärtumoren der Leber beschrieben (4, 71, 88, 89, 116, 120, 121, 134, 150, 167, 172, 175, 176, 199);

(2) die hypodense metastastatische Läsion nimmt stärker an Dichte zu als das umgebende gesunde Parenchym (Kontrastabschwächung oder -aufhebung). Außer für hypervaskularisierte Metastasen wird

diese Reaktionsform noch für hypervaskularisierte Primärtumoren der Leber beschrieben (71, 89, 116, 120, 134, 140, 150, 167, 175, 176, 199);

(3) eine gegenüber der Umgebung ungleichmäßige Dichteänderung im Krankheitsherd, woraus inhomogene Kontraständerungen, d. h. sowohl Kontrastabschwächungen als auch - steigerungen resultieren können. Ein solches Reaktionsmuster wird für partiell hypervaskularisierte, partiell nekrotische Metastasen, aber auch für kavernöse Hämangiome und Leberabszesse beschrieben (49, 120, 121, 140, 150, 175);

(4) keine faßbaren Änderungen der Absorptionsdifferenzen Metastase(n) - gesundes Leberparenchym (keine Kontraständerung). Diese Reaktionsform ist außer für Lebermetastasen für diffus wachsende Leberkarzinome beschrieben (116, 150).

Die Angabe über den Wert von Kontrastmittelapplikationen gehen in der computertomographischen Literatur auseinander. Während einige Autoren (5, 167, 175, 176) angeben, daß die Absorptionsdifferenzen zwischen Metastase(n) und umgebenden Lebergewebe im Kontrastscan immer größer seien, woraus eine bessere Erkennbarkeit resultiere, wurden von anderen Autoren (5, 167, 175, 176) auch die gegenteilige Reaktionsform der Kontrastabschwächung beobachtet.

PRANDO et al. (134) und MOSS et al. (116) analysierten quantitativ ihre Ergebnisse anhand kleiner Patientenkollektive. In 20% der Fälle war der Nativscan besser oder allein diagnostisch, in einem Fall erbrachte nur der Kontrastscan das richtige Resultat.

SCHERER (157) fand in einer CT-Studie von 31, mit einem langsamen Scanner untersuchten Patienten, bei 68% im Kontrastscan eine gleich gute oder schlechtere Information als im Nativscan, während in den restlichen Fällen Metastasen nach Kontrastmit-

telgabe deutlicher in Erscheinung traten. In keinem Fall wurden in dieser Studie Metastasen erst im Kontrastscan sichtbar.

Im untersuchten Patientengut der vorliegenden Untersuchung wurde bei sechs Patienten im Anschluß an die Nativuntersuchung eine Wiederholungsuntersuchung nach intravenöser Kontrastmittelapplikation durchgeführt. Es handelte sich um vier Patienten mit kolorektalem Karzinom und je einem Patienten mit Pankreas- bzw. Bronchialkarzinom. Bei drei Patienten mit kolorektalem Karzinom und dem Patienten mit Bronchialkarzinom lagen partiell hyperdense Metastasenareale vor.

Im Nativscan lagen die mittleren Absorptionswerte der Metastasen zwischen minimal 10% und maximal 49% unter den Dichtewerten des entsprechenden Leberparenchyms, während sie im Kontrastscan zwischen minimal 22% und maximal 57% unter den Absorptionswerten der Leber lagen. Durchschnittlich lagen die mittleren Absorptionswerte der Metastasen im Nativscan 24%, im Kontrastscan hingegen 35% unter den Dichtewerten des zugehörigen Lebergewebes. In allen sechs Fällen trat eine Kontrastverbesserung im Kontrastscan ein.

Alle morphologischen Kriterien, wie Konturierung, Form, Grösse, Homogenität sowie die Anzahl unterlagen nach Kontrastmittelapplikation keinen Veränderungen. Obwohl die Steigerung der Absorptionsdifferenzen bis zu maximal 25% betrugen, lag kein Fall vor, in dem erst im Kontrastscan bislang verborgene Metastasen diagnostiziert wurden. Auf der anderen Seite trat auch kein Fall einer Kontrastabschwächung ein, bzw. der Maskierung nativ erkennbarer Metastasen ein. Die Tatsache, daß sich durch die CT-Untersuchungen nach Applikation des jodhaltigen Urographikums keine wesentlichen, die Lebermetastasen betreffenden Zusatzinformationen ergaben bestätigt - mit der Einschränkung der kleinen Fallzahl - die Meinung einer Reihe von Autoren (92, 140, 154, 157, 176), daß in der Mehrzahl der Fälle eine ausreichende Erkennbarkeit ohne Kontrastmittelapplikation zu erreichen ist.

Manipulation des elektronischen Fensters am Fernsehsichtgerät und routinemäßige Bildanalyse bei enger Fenstereinstellung können zur Steigerung der Erkennbarkeit dienen, besonders unter Berücksichtigung der Berichte über primär hypodense, sekundär jedoch (fast) leberisodense Primärtumoren und Lebermetastasen (71, 89, 116, 120, 134, 140, 150, 167, 175, 176). Einige Autoren sind aber auch anderer Ansicht und empfehlen eine primäre Kontrastscandiagnose (120, 121, 170).

Der Stellenwert der Kontrastmittelanwendung in der CT ist noch nicht eindeutig geklärt, nicht zuletzt wegen der technisch-apparativen Verbesserungen der schnelleren Scanner und der bereits im Nativscan verbesserte Detailerkennbarkeit. Während in der Tumordiagnostik des Hirnschädels die Kontrastmittelcomputertomographie zur Routinediagnostik gehört (79, 90, 174, 194), kann diese Aussage hinsichtlich der CT-Diagnostik von Lebermetastasen nicht getroffen werden.

In einigen Studien berichten VERMESS et al. (185, 186, 187), sowie ALFIDI et al. (6) - abgesehen von gelegentlich auftretenden toxischen Reaktionen - von guten Ergebnissen einer neuen, durch die Kupffer'schen Zellen phagozytierten und in den Hepatozyten aufgenommenen Kontrastemulsion A G 60-90. Eine neue Version dieses Kontrastmittels EOE 13 konnte zum erstenmal am Patienten getestet werden (188, 189) und ergab einen durchschnittlichen Anstieg der Leberabsorptionswerte um 40 HE. Ob solche neuen Kontrastmittel den Stellenwert des Kontrastscans einschneidend verändern werden, kann noch nicht abschließend beurteilt werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die axiale Cumputertomographie (CT) hat sich hinsichtlich der Diagnostik von Lebermetastasen als ambulant durchführbare und nicht-invasive Untersuchungsmethode bewährt und neben den bestehenden bildgebenden Verfahren etablieren können. Lebermetastasen erscheinen im computertomographischen Bild - wie eine Vielzahl anderer Leberläsionen auch - als überwiegend hypodense Raumforderungen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Erscheinungsbild von Lebermetastasen im Computertomogramm nach morphologischen Kriterien und unter dem Aspekt des Absorptionsverhaltens zu analysieren und - falls möglich - artdiagnostische Charakteristika für Lebermetastasen insgesamt, bzw. für die Metastasen einzelner Primärtumoren zu erarbeiten.

Einleitend wird auf die Anhebung der diagnostischen Effizienz der computertomographischen Untersuchungsmethode durch die Entwicklung schnellerer und technisch verbesserter Scanner eingegangen und die CT den beiden lange etablierten bildgebenden Verfahren der Szintigraphie und der Sonographie gegenübergestellt. Neben dem Vergleich von CT und alternativen Untersuchungsmethoden hinsichtlich Sensitivität, Spezifität und Treffsicherheit in der Diagnostik von Lebermetastasen wird auf differentialdiagnostische Probleme bei der Abgrenzung zu computertomographisch ähnlich erscheinenden Leberläsionen hingewiesen.

Im methodischen Teil wird die Verteilung der den Lebermetastasen zugrundeliegenden Primärtumoren, sowie Art und Häufigkeit ihrer histologisch-bioptischen Sicherung dargestellt; ebenso werden der Grad der Sicherung der analysierten Lebermetastasen und mit dem CT-Befund korrelierende Ergebnisse anderer klinischer Untersuchungsmethoden dargelegt. Erläutert werden darüberhinaus einige Prinzipien der Bildspeicherung und der Bildauswertung, sowie die Kriterien, die zur Beurteilung der CT-Bil-

der herangezogen wurden.

Die Analyse der anatomischen Lokalisation ergab, daß der rechte Leberlappen und mit Einschränkungen auch der linke Leberlappen als Prädilektionsstellen für sekundäre intrahepatische Tumorabsiedlungen anzusehen sind. Interessante differentialdiagnostische Aspekte entstehen dadurch, daß an allen Befallskombinationen der rechte Leberlappen beteiligt war, oder daß ein isolierter Befall der kleinen Leberlappen nie zu diagnostizieren war. Die angeführten Beispiele sind vor allem bei der häufig sehr schwierigen Abklärung von Solitärherden von Bedeutung.

Hinsichtlich der intrahepatischen Lage ergab sich ein ausgeglichenes Verhältnis von zentralen und marginalen Lebermetastasen. Lebermetastasen wurden auch in der vorliegenden Untersuchung als eher multipel auftretend diagnostiziert, jedoch war das Erscheinungsbild der Solitärmetastase bei einem Fünftel der Patienten bereits das zweithäufigste. Eine ausgeprägte Tendenz zu multipler Metastasierung wies das Bronchialkarzinom auf, während sich für das Magenkarzinom die bereits im pathologischen Schrifttum angegebene Tendenz zur Solitärmetastasierung bestätigte. Es fiel besonders auf, daß Solitärmetastasen nur im rechten und linken Leberlappen existierten.

Die kleinsten diagnostizierten Lebermetastasen maßen ca. 0,5 cm im Durchmesser und waren bei etwa einem Viertel aller Patienten keineswegs selten. Die Mehrzahl der Metastasen lagen im Grössenbereich bis zu maximal 5 cm Durchmesser. Nur bei kolorektalen Karzinomen und Karzinoiden überwogen die Metastasen des Grössenbereichs bis zu 10 cm.

Die vorherrschende Metastasenform, die runde, war nur gering häufiger zu diagnostizieren als die polyzyklische Form. Die in der Literatur häufig beschriebene ovaläre Metastasenform konn-

te im untersuchten Patientenkollektiv nur selten vorgefunden werden.

Die Konturierung der Metastasen erschien überwiegend scharf, teilweise aber auch unscharf. Nur das Nierenkarzinom wies eine Tendenz zur überwiegenden Ausbildung von unscharfen Metastasen auf. Die in zwei Publikationen aufgestellte Vermutung, daß Leiomyosarkommetasten ausschließlich als sehr scharf konturierte Läsionen imponieren, ließ sich durch die vorliegenden Ergebnisse nicht eindeutig bestätigen.

Die numerische Erfassung der Absorptionswerte ergab, daß Lebermetastasen im CT-Bild als gegenüber dem umgebenden Leberparenchym weitgehend **hypodense** Läsionen bezeichnet werden können; die Mehrzahl der Metastasen befand sich in einem Dichtebereich von 20 bis 60 HE. M a x i m a l e Dichtwerte von mehr als 60 HE waren weitaus am häufigsten bei Metastasen kolorektaler Karzinome zu registrieren; 10 von 12 Patienten mit maximalen Metastasen-Absorptionswerten über 60 HE besaßen ein kolorektales Karzinom.

Die m i t t l e r e n Dichtewerte betrugen bei den meisten Metastasen zwischen 50% und 80% des zugehörigen Lebergewebes. Insgesamt wiesen sechs Patienten mittlere Metastasen-Dichtewerte von mehr als 100% des Leberparenchyms auf; fünf dieser sechs Patienten hatten als Primärtumor ein kolorektales Karzinom.

Die weitere Auswertung des jeweils niedrigsten und höchsten Absorptionswerts der Metastasen jeweils einer Leber ergab, daß die Mehrzahl aller Metastasen intraindividuelle Absorptionsdifferenzen zwischen 0 HE und 30 HE aufwies. Weit überdurchschnittlich häufig war das kolorektale Karzinom für Metastasen mit intraindividuellen Dichtedifferenzen über 30 HE verantwortlich. Zusammengenommen ergeben die genannten Absorptionsphänomene ein-

deutige Hinweise auf das Vorliegen von Metastasen eines kolorektalen Karzinoms.

Die Analyse des visuellen Aspekts der Lebermetastasen im CT-Bild ergab ein Übergewicht inhomogener Metastasen über die homogen strukturierten. Nach der Literatur wäre eher das umgekehrte Ergebnis zu erwarten gewesen. Die gemessenen Absorptionswerte bestätigten den optischen Eindruck und wiesen für inhomogene Metastasen intraindividuelle Absorptionsdifferenzen von 8 HE bis zu 89 HE, für homogene hingegen von 0 HE - 14 HE auf. Bei kolorektalem Karzinom lagen als einzigem Primärtumor in nur 18% der Fälle sehr selten homogene Metastasen vor.

Erstaunlich häufig, nämlich bei fast einem Drittel aller Patienten lagen inhomogene Metastasen mit stärker **hypodensen** Metastasenarealen, die dadurch unterscheidbar waren, vor. Die Dichtewerte dieser Bezirke variierten von 7 HE bis zu 39 HE, lagen aber meist deutlich unter 30 HE und unterschritten die Absorptionswerte der umgebenden Restmetastase erheblich. Einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Lebermetastasen dieses Erscheinungstyps lagen beim Ovarialkarzinom vor, während sich für Sarkommetastasen eine Tendenz zur Bildung derartiger Metastasenbezirke nicht eindeutig bestätigen ließ. Eine entscheidende Begünstigung der Bildung stärker hypodenser Metastasenareale durch polychemotherapeutische Behandlung konnte weder durch einen Vergleich mit dem untherapierten Kollektiv, noch durch die Analyse einer Anzahl von Verlaufskontrollen nachgewiesen werden. Es ließ sich jedoch durch den Vergleich von Metastasen unterschiedlicher Größe eine Korrelation zwischen der Metastasengröße und der Häufigkeit der beschriebenen Bezirke herstellen. Während im Kollektiv der kleinsten Metastasen nur 6% der Patienten diese Art der Lebermetastasen aufwiesen, waren es 73% der Patienten mit Metastasen des größten Durchmessers (10 cm und mehr), der Tochtergeschwülste stärker hypodense Bezirke aufwiesen.

Ein seltenerer Erscheinungstyp inhomogener Metastasen, nämlich Lebermetastasen mit partiell hyperdensen Arealen, lag bei 21% aller Patienten vor; insgesamt waren 31 Patienten betroffen. Die partiell hyperdensen Bezirke besaßen noduläre, punktförmige oder amorphe Gestalt und Dichtewerte, die zwischen 47 HE und maximal 120 HE schwankten und meist erheblich über den Dichtewerten der Restmetastase lagen. 22 der 31 betroffenen Patienten wiesen ein kolorektales Karzinom auf. Während also bei 56% der Patienten mit kolorektalem Karzinom partiell hyperdense Metastasenareale vorgefunden wurden, kamen diese Bezirke nur bei 8% aller anderen Malignome vor. Bei (noch) nicht bekanntem Primärtumor legen partiell hyperdense Metastasen, d. h. Tochtergeschwülste mit Bezirken, deren Dichtewerte die Absorptionswerte der Restmetastase, oder sogar - wie in sechs Fällen der vorliegenden Untersuchung - die Absorptionswerte des umgebenden Leberparenchyms übersteigen, den dringenden Verdacht auf das Vorliegen eines kolorektalen Karzinoms nahe. Ein Einfluß auf die Bildung dieser beschriebenen Metastasenbezirke durch polychemotherapeutische Behandlung konnte nicht nachgewiesen werden.

Von den acht Patienten, die stärker hypodense und partiell hyperdense Metastasenbezirke aufwiesen, entfielen mit vier Fällen die meisten auf das kolorektale Karzinom. Auch in diesen acht Fällen konnte keine Begünstigung der Bildung der beschriebenen Areale durch polychemotherapeutische Behandlung nachgewiesen werden.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit lag auf der Analyse des Erscheinungsbilds der Lebermetastasen im Nativ-Scan. In nur sechs Fällen, in denen eine anschließend durchgeführte CT-Untersuchung nach Applikation eines jodhaltigen nierengängigen Kontrastmittels vorlag, konnte das Kontrastverhalten beobachtet werden. In allen Fällen trat im Kontrastscan eine Kontrastverbesserung ein.

Alle morphologischen Kriterien, wie Konturierung, Form, Größe, Homogenität sowie die Anzahl unterlagen nach Kontrastmittelapplikation keinen Veränderungen. Obwohl die Steigerung der Absorptionsdifferenzen bis zu maximal 25% betrugen, lag kein Fall vor, in dem erst im Kontrastscan bislang verborgene Lebermetastasen diagnostiziert wurden. Ebenso trat kein Fall von Kontrastabschwächung bzw. der Maskierung nativ erkennbarer Metastasen auf. Im untersuchten Patientenkollektiv ergab sich bei der kleinen Gruppe der Patienten mit Kontrastmitteluntersuchungen keine wesentlichen, die Lebermetastasen betreffenden Zusatzinformationen nach Applikation des Urographikums.

Abb. 7: CT-Erscheinungsbilder von Lebermetastasen
(5 s Scanzeit)

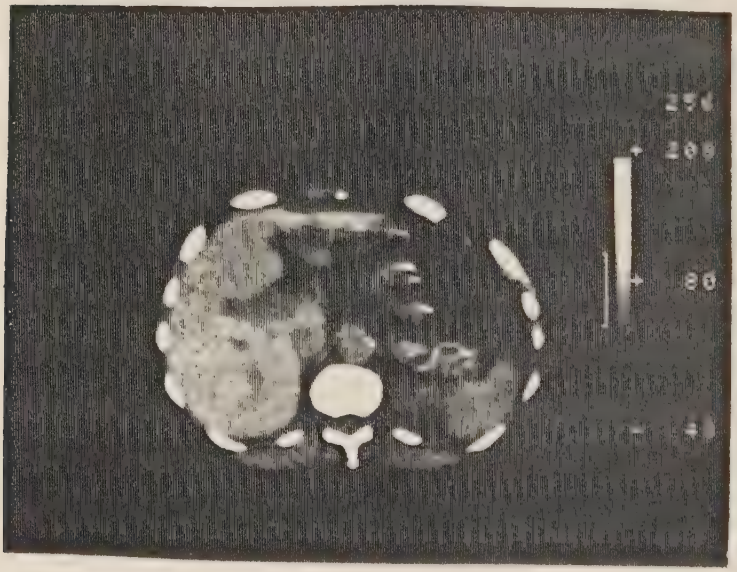


Abb. 7a

Metastasierung bei Magenkarzinom. Peripher im linken Leberlappen gelegene Solitärmetastase (2,5 cm Ø). Die dichtegeminderte Zone erscheint äußerst homogen, weist keine Dichtedifferenzen auf (+ 29 HE), ist scharf konturiert und von rundlich - ovalärer Form.

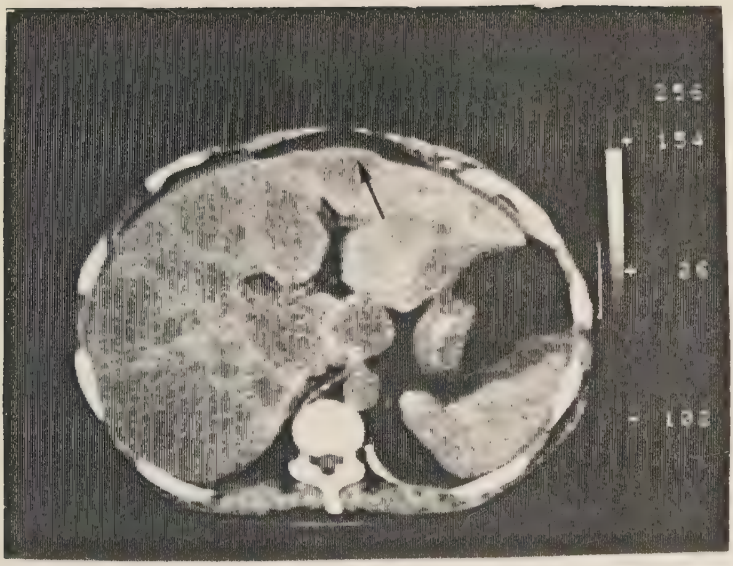


Abb. 7b

Metastasierung bei Kolonkarzinom. Durchsetzung aller vier Leberlappen mit multiplen, zentral und marginal (Leberprotrus:⟶) gelegenen Tumoren unterschiedlicher Größe (1 bis 10 cm Ø). Die Metastasen sind scharf konturierte, inhomogen erscheinende Dichteminderungen (+ 19 bis + 34 HE) von eher rundlicher Form.

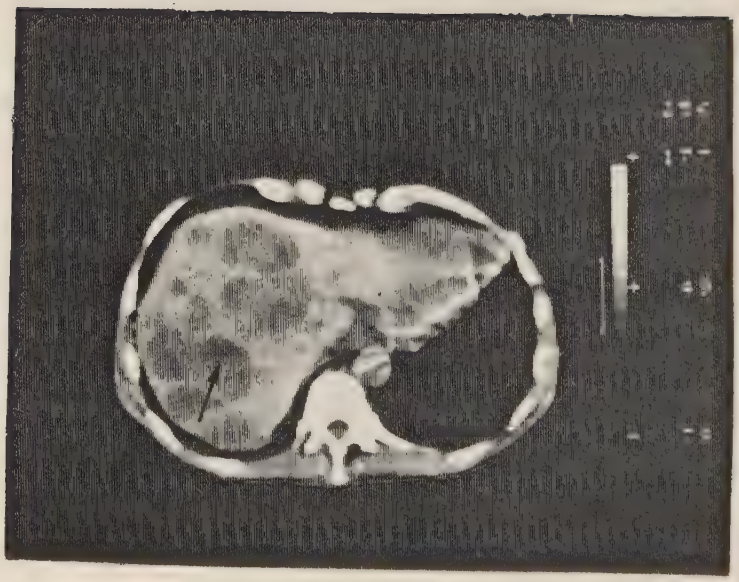


Abb. 7c

Metastasierung bei Leiomyosarkom des Magens. Multiple zentral und peripher gelegene, scharf konturierte Lebermetastasen von rundlicher und polyzyklischer Form (1 bis 6 cm Ø). Erhebliche Dichteunterschiede in den inhomogen hypodensen Tumoren (+ 7 bis + 43 HE), verursacht durch Metastasenbezirke mit flüssigkeitsäquivalenten Absorptionswerten; zusätzlich Nachweis einer Spiegelbildung mit Sedimentationsphänomen (⟶). Keine Polychemotherapie.

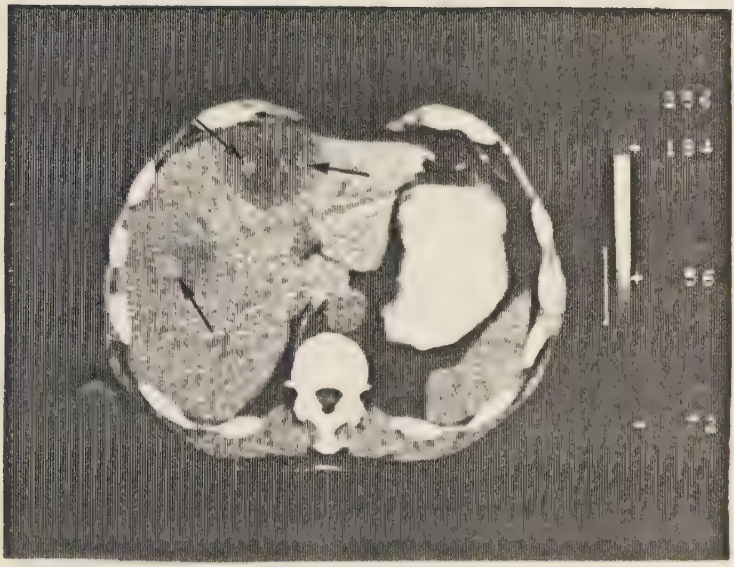


Abb. 7d

Metastasierung bei Rektumkarzinom. Zwei relativ große (6,5 und 7,5 Ø) Metastasen, zentral im rechten und peripher im linken Leberlappen gelegen. Die unscharf konturierten, rundlich und polyzyklisch geformten Tumoren sind von inhomogener Struktur und weisen Dichtewerte auf von + 34 HE bis + 64 HE; die sehr hohen, die Absorptionswerte des Leberparenchyms (mittlere Leberdichte + 51 HE) weit übertreffenden Densitätswerte wurden in partiell stark h y p e r-densen Metastasenarealen gemessen (⟶). Keine Polychemotherapie.

L I T E R A T U R

1. ABRAMS, H.L. and B.J. McNEIL:
Medical progress. Medical implications of computed tomography ("CAT scanning") (First of two parts).
N. Engl. J. Med. 298, 255, 1978

2. ABRAMS, H.L. an B.J. Mc NEIL:
Medical progress. Medical implications of computed tomography ("CAT scanning") (Second of two parts).
N. Engl. J. Med. 298, 310, 1978

3. ADAM, Y.G., A.G. HUVOS and J.G. FORTNER:
Giant hemangiomas of the liver.
Ann. Surg. 172, 239, 1970

4. ALFIDI, R.J., J. HAAGA, T.F. MEANEY, W.J. MacINTYRE, L. GONZALES, R. TARAR, M.G. ZELCH, M. BOLLER, S.A. COOK and G. JELDEN:
Computed tomography of the thorax and abdomen; a preliminary report.
Radiology 117, 257, 1975

5. ALFIDI, R.J.,. J.R. HAAGA, T.R. HAVRILLA, R.G. PEPE and S.A. COOK:
Computed tomography of the liver.
Am. J. Roentgenol. 127, 69, 1976

6. ALFIDI, R.J. and M. LAVAL-JEANTET:
AG 60-99, a promising contrast agent for computed tomography of the liver and spleen.
Radiology 121, 491, 1976

7. ALFIDI, R.G., W.J. MacINTYRE and J. R. HAAGA:
The effect of biological motion on CT resolution.
Am J. Roentgenol. 99, 150, 1976

8. ALLEN, R.W. and A.H. HOLT:
Calcification in primary liver carcinoma.
Am. J. Roentgenol. 99, 150, 1976

9. ALLISON, R.M. and R.A. WILLIS:
An ossifying embryonic mixed tumor of an infant`s liver.
J. Path. Bact. 72, 155, 1956

10. AMBROSE, J.:
Computerized transverse axial scanning (tomography):
Part. II. Clinical application.
Br. J. Radiol. 46, 1023, 1973

11. AMMON, J., W. FRIK, J.H. KARSTENS, H. RUEBBEN, J. SCHOFFERS:
Ganzkörper-Computertomographie bei Erkrankungen des Urogenitalsystems.
Urologe (A) 18, 1, 1979

12. APPLEBY, A.:
Calcification in hepatic metastases.
Br. J. Radiol. 31, 449, 1958

13. ASPRAY, M.:
Calcified hemangioma of the liver.
Am J. Roentgenol. 53, 446, 1945

14. BAERT, A.L., A. WACKENHEIM, L. JEANMART (Eds.):
Abdominal computertomography.
Springer, Berlin-Heidelberg-New-York, 1980

15. BARNES, P., J. THOMAS and M. BERNARDINO:
Pitfalls in the diagnosis of hepatic cysts by computed tomography
Radiology 141, 129, 1981

16. BARNETT, P.H., E.A. ZERHOUNI, R.J. WHITE JR., S.S. SIEGELMAN:
Computed tomography in the diagnosis of cavernous hemangioma of the liver
Am J. Roentgenol. 134, 439, 1980

17. BARTH, R.A., R.B. JEFFREY JR., A.A. MOSS, M.S. LIBERMANN:
A comparison study of computed tomography and laparoscopy in the staging of abdominal neoplasms.
Dig. Dis. Sci. 26, 253, 1981

18. BENGMARK, S. and L. HAFSTRÖM:
The natural history of primary and secondary malignant tumours of the liver. The prognosis for patients with hepatic metastases from colonic and rectal carcinoma by laparotomy.
Cancer 23, 198, 1969

19. BERK, R.N., J.T. FERRUCCI, Jr., H.M. GOLDSTEIN, G.R. LEOPOLD, P.M. LOEB, R.W. PARKEY and R.J. STANLEY:
Progress in clinical radiology. Diagnostic imaging of the liver and bile ducts.
Invest. Radiol. 13, 265, 1978

20. BERNARDINO, M.E.:
Computed tomography of calcified liver metastases.
J. Comput. Assist. Tomogr. 3, 32, 1979

21. BERNARDINO, M.E. and B. GREEN:
Ultrasonographic evaluation of chemotherapeutic response in hepatic metastases.
Radiology 133, 437, 1979

22. BERNARDINO, M.E.:
The computed tomographic diagnosis of hepatic metastases.
In: L. WEISS and H.A. GILBERT (Eds.):
Liver metastasis. G.K. Hall, Boston.
Massachusetts, 1982, p. 187

23. BIELLO, D.R., R.G. LEVITT, B.A. SIEGEL, S.S. SAGEL and R.J. STANLEY:
Computed tomography and radionuclide imaging of the liver: a comparative evaluation.
Radiology 127, 159, 1976

24. BLEIBERG, H., M. ROSENZWEIG, M. MATHIEU, M. BEGENS, C. GOMPEL and A. GERARD:
The use of peritoneoscopy in the detection of liver metastases.
Cancer 41, 863, 1978

25. BLOOMENTHAL, E.D., M.A. SPELLBERG:
Therapy for carcinoma of the liver.
Am J. Gastroenterol. 56, 334, 1971

26. BOZYMSKY, E.M., K. WOODRUFF, J.T. SESSIONS, Jr.:
Zollinger-Ellison syndrome with hypoglycemia associated with calcification of the tumor and its metastases.
Gastroenterology 65, 658, 1973

27. BRAGG, D.G. and J.A. EVANS:
Roentgen aspects of liver and biliary tract diseases.
In: L. SCHIFF (ED.): Diseases of the liver. 4.th. ed., 1246. J.B. Lippincott, Philadelphia-Toronto, 1975

28. BRUNNER, K., W.A. FUCHS:
Der Abklärungsplan bei Krebspatienten.
Schweiz. Med. Wochenschr. 108, 1326, 1978

29. BRYAN, P.J., W.M. DINN, Z.D. GROSSMAN, B.W. WISTOW, J.G. McAFEE and S.A. KIEFFER:
Correlation of computed tomograpy, gray scale ultrasonography and radionuclide imaging of the liver in detecting space-occupying processes.
Radiology 124, 387, 1977

30. BURDETTE, W.J.:
Neoplasms of the liver.
In: L. SCHIFF (ED.): Diseases of the liver. 4th. ed., 1051. J.B. Lippincott, Philadelphia-Toronto 1975

31. BUURMANN, R., E. GRABBE und U. MÖDDER:
Leber und Gallenwege.
In: G. FRIEDMANN, E. BÜCHELER und P. THURN (Hrsg.):
Ganzkörper-Computertomographie. Thieme, Stuttgart-New York, 1981, S. 219

32. CAROLI, J.:
La maladie de Caroli.
Med. Hyg. 36, 29, 1978

33. CASSCELLS, W., A. SCHÖNBERGER, T.B. GRABOYS:
Interpretation by physicians of clinical laboratory results.
N. Engl. J. Med. 299, 999, 1978

34. CHOY S.Y. and H.Y. CHOI:
Causes of death and metastatic patterns in patients with mammary cancer. Ten-year autopsy study.
Am. J. Clin. Pathol. 73, 232, 1980

35. COLEMAN, M., C.J. LIGHTDAILE, V.P. VINCIGUERRA, T.J. DEGNAN, M. GOLDSTEIN, S.T. HORWITZ, S.J. WINAWER, R.T. SILVER:
Peritoneoscopy in Hodgkin's disease.
J. Am. Med. Assoc. 236, 2634, 1976

36. CONN. H.O.:
Percutaneous versus peritoneoscopic liver biopsy.
Gastroenterology 63, 1074, 1972

37. CORMACK, A.M.:
Representation of a function by its line integrals with some radiological implications.
J. Appl. Phys. 34, 2722, 1963

38. CORMACK, A.M.:
Representation of a function by its line integrals with some radiological implications II.
J. Appl. Phys. 35, 2908, 1964

39. DIDOLKAR, M.S., N. FANOUS, E.G. ELIAS, R.H. MOORE:
Metastatic carcinomas from occult primary tumors. A Study of 254 patients.
Ann. Surg. 186, 625, 1977

40. DOIRON, M.J., M. BERNARDINO:
A comparison of noninvasive imaging modalities in the melanoma patient.
Cancer 47, 2581, 1981

41. DOUGLASS H.:
Liver metastasis from occult primary tumors.
In: L. WEISS and H.A. GILBERT (Eds.)
Liver metastasis. G.K. Hall, Boston, Massachusetts. 1982, p. 369

42. DUNNICK, N.R., D.C. IHDE, A. JOHNSTON-EARLY:
Abdominal CT in the evaluation of small cell carcinoma of the lung.
Am. J. Roentgenol. 133, 1085, 1979

43. DUNNICK, N.R., D.C. IHDE, J.L. DOPPMAN, H.R. BATES:
Computed tomography in primary hepatocellular carcinoma.
J. Comput. Assist. Tomogr. 4, 59, 1980

44. FAWCITT, R.A., W.S. FORBES, I. ISHERWOOD, A.I. MORRIS, M.N. MARSH, L.A. TURNBERG:
Computed tomographic scanning in liver disease.
Clin. Radiol., 29, 251, 1978

45. FEDERLE, M.P., R.A. FILLY, A.A. MOSS:
Cystic hepatic neoplasms. Complementary roles of CT and sonography.
Am. J. Roentgenol. 136, 345, 1981

46. FISHMAN, R.K., E. FARMLETT, S. KADIR, S.S. SIEGELMAN:
Computed tomography of benign hepatic tumours.
J. Comput. Assist. Tomogr. 6, 472, 1982

47. FORTNER, J.G., D.K. KIM, B.J.MacLEAN, M.K, BARRETT, S. IWATSUKI, A.D. TURNBULL, W.S. HOWLAND, E.J. BEATTLE, Jr.:
Major hepatic resection for neoplasia: personal experience in 108 patients.
Ann. Surg. 188, 363, 1978

48. FRED H.L., J.M. EIBAND and L.C. COLLINS:
Calcifications in intraabdominal and retroperitoneal metastases. Review of the roentgenographic features.
Am. J. Roentgenol. 91, 138, 1964

49. FREENY, P.C., T.R. VIMONT and D.C. BARNETT:
Cavernous hemangioma of the liver: ultrasonography, arteriography and computed tomography.
Radiology 132, 143, 1979

50. FRICK, M.P., L.C. KNIGHT, S.B. FEINBERG, M.L. LOKEN and E. GEDGAUDAS:
Computed tomography, radionuclide imaging and ultrasonography in hepatic mass lesions.
Comput. Tomogr. 3, 49, 1979

51. FROMMHOLD, W., D. FRERIK, H-P. HEILMANN, J. SCHRÖDER, U. STOCKSMEIER:
Dokumentationsschlüssel für die Röntgendiagnostik.
Thieme, Stuttgart-New York, 1972

52. FRÜHLING, J. and M. OSTEAUX:
Correlation between liver scintigraphy and computed tomography in the detection of liver metastases.
Eur. J. Med. 3, 169, 1978

53. GEMPEL, P.A., G.H. HARRIS and R.G. EVENS:
Comparative cost analysis: computed tomography vs. alternative diagnostic procedures, (1977-1980).
Arthur D. Little, Inc., 1977

54. GERHARDT, P.G., und G. van KAICK:
Die Computertomographie der Leber und des Pankreas.
In: W. FROMMHOLD, P. GERHARDT (Hrsg.).
Klinisch-Radiologisches Seminar, Bd. 7:
Erkrankungen der Organe des rechten Oberbauches.
Thieme, Stuttgart-New York, 1977, S. 144

55. GERHARDT, P., H. REDLICH, H. GANTER, M. DUWIG:
Die Computertomographie in der Diagnostik der Thorax- und Abdominalorgane.
Röntgenpraxis, 30, 181, 1977

56. GERHARDT, P. und G. van KAICK:
Indikation und Wertigkeit der Computertomographie in der Abdominaldiagnostik.
Radiologe, 18, 243, 1978

57. GILBERT, H.A., A.R. KAGAN, B.L. HINTZ, A.R. RAO, H. NUSSBAUM:
Patterns of metastasis.
In: L. WEISS and H.A. GILBERT (Eds):
Liver metastasis. G.K. Hall, Boston.
Massachusetts. 1982, p. 19

58. GREEN, B.G., R.L. BREE, H.W. GOLDSTEIN, C. STANLEY:
Gray scale ultrasound evaluation of hepatic neoplasms: Patterns and correlations.
Radiology 124, 203, 1977

59. GROSSMAN, Z.D., B.W. WISTOW, P.J. BRIAN, W.M. DINN, J.G. McAFEE and S.A. KIEFFER:
Radionuclide imaging, computed tomography and gray-scale ultrasonography of the liver: a comparative study.
J. Nucl. Med. 18, 327, 1977

60. HAAGA, J.R.:
New techniques for CT-guided biopsies.
Am. J. Roentgenol. 133, 633, 1979

61. HAAGA, J.R. and J. VANEK:
Computed tomographic guided liver biopsy using the Menghini needle.
Radiology 133, 405, 1979

62. HAERTEL, M. und W.A. FUCHS:
Computertomographie nach stumpfem Abdominaltrauma.
Fortschr. Roentgenstr. 131, 487, 1979

63. HAMADA, M., M. OHTA, Y. YASUDA, S. FUKAE, M. FUKUSHIMA, S. NAKAYAMA, H. AKAGAWA, H. OHTAKE:
Hepatic calcification in Schistosomiasis Japonica.
J. Comput. Assist. Tomogr. 6, 76, 1982

64. HARELL, G.S., W.H. MARSHALL, JR., R.S. BREIMAN, E.J. SEPPI:
Early experience with the varian six second body scanner in the diagnosis of hepatobiliary tract disease.
Radiology 123, 355, 1977

65. HEGEMANN, G. and E. MUHE:
Extirpation of metastases.
Langenbecks Arch. Chir. 342, 261, 1976

66. HOENSCH, H.:
The aetiology and pathogenesis of the malignant tumours of the liver.
Digestion 5, 58, 1972

67. HOUNSFIELD, G.N.:
Computerized transverse axial scanning tomography:
Part. I. Description of system.
Br. J. Radiol. 46, 1016, 1973

68. HÜBENER, K-H.:
Computertomographische Densitometrie von Leber, Milz und Nieren bei intravenös verabreichten lebergängigen Kontrastmitteln in Bolusform.
Fortsch. Röntgenstr. 129, 289, 1978

69. HÜBENER, K-H., W.G. SCHMITT:
Die computertomographische Diagnostik von Abszessbildungen.
Roefo 130, 53, 1979

70. ISHAK, K.G. and L. RABIN:
Benign tumours of the liver.
Med. Clin. N. Amer. 59, 995, 1975

71. ITAI, Y., J. NISHIKAWA and A. TASAKA:
Computed tomography in the evaluation of hepatocellular carcinoma.
Radiology 131, 165, 1979

72. ITAI, Y., T. ARAKI, S. FURUI, A. TASAKA:
Differential diagnosis of hepatic masses on computed tomography with particular reference to hepatocellular carcinoma.
J. Comput. Assist. Tomogr. 5, 834, 1981

73. JAFFE, B.M., W. DONEGAN, F. WATSON, J. SPRATT:
Factors influencing survival in patients with untreated hepatic metastases.
Surg. Gynecol. Obstet. 127, 1, 1968

74. JORI, G., C. PESCHLE:
Combined peritoneoscopy and liver biopsy in the diagnosis of hepatic neoplasm.
Gastroenterology 63, 1016, 1972

75. KAMIN, P.D., M.E. BERNARDINO and B. GREEN:
Ultrasound manifestations of hepatocellular carcinoma.
Radiology 131, 459, 1979

76. KARRAS, B.G. and A.H. CANNON:
Calcified hepatic metastases from colonic cancer.
Quart. Bull. Northw. Univ. med. Sch. 34, 163, 1960

77. KARRAS, B.G., A.H. CANNON, B. ZAHN, Jr.:
Hepatic calcifications.
Acta Radiol. (Diagn.) 57, 458, 1962

78. KATRAGADDA, C.S., H.M. GOLDSTEIN, B. GREEN:
Gray scale ultrasonography of calcified liver metastases.
Am. J. Roentgenol. 129, 591, 1977

79. KAZNER, E., W. LANKSCH, H. STEINHOFF, J. WILSKE:
Die axiale Computertomographie des Gehirnschädels. Anwendungsmöglichkeiten und klinische Ergebnisse.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 43, 487, 1975

80. KHILNANI, M.T.:
Calcified liver metastasis from carcinoma of the colon.
Am. J. Dig. Dis. 6, 229, 1961

81. KOLLINS, S.A.:
Computed tomography of the liver, spleen and pancreas.
Semin. Roentgenol. 13, 1978

82. KREEL, L.:
The EMI whole body scanner in the demonstration of lymph node enlargement.
Clin. Radiol. 27, 421, 1976.

83. KREEL, L.:
Computerized tomography using the EMI general purpose scanner.
Br. J. Radiol. 50, 2, 1977

84. KREEL, L.:
CT and the liver.
Clin. Radiol. 28, 571, 1977

85. KRESSEL, H.Y., M. KOROBKIN, H.I. GOLDBERG, A.A. MOSS:
The portal venous tree simulating dilated biliary ducts on computed tomography of the liver.
J. Comput. Assist. Tomogr. 1, 169, 1977

86. KUBICA, E., R. KWASNY and J. MAREK:
Calcified metastases from a neoplasma of the ovary (cystadenoma papilliferum).
Radiol. Diag. 6, 103, 1965

87. KUNSTLINGER, F.M., P. FEDERLE, A.A. MOSS and W. MARKS:
Computed tomography of hepatocellular carcinoma.
Am. J. Roentgenol. 134, 431, 1980

88. LACKNER, K., D. KOISCHWITZ, R. FELIX, H. FROMMHOLD, P. THURN
Vergleich zwischen Computertomographie und Ultraschall bei abdominellen und renalen Raumforderungen.
Röntgen-Bl. 31, 123, 1978

89. LAMARQUE, J.-L., J.-M. BRUEL. R. DONDELINGER, J.-P. SENAC, P. RABISCHONG, R. BONNEL, M. LAVAL-JEANTET, A.-M. LAVAL-JEANTET: La Tonométrie abdominale. Application à l´étude du foie. Etude expérimentale, premiers résultats cliniques et perspectives d`exploration en pathologie tumorale. J. Radiol. Electrol. 58, 253, 1977

90. LANKSCH, W. and E. KAZNER (Eds.): Cranial computerized tomography. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1976

91. LEE, Y.T.: Liver scanning in patients with malignancy: rationale, results and limitations. Cancer Treat. Rep. 62, 1183, 1978

92. LEVITT, R.G., S.S. SAGEL, R.J. STANLEY and R.G. JOST: Accuracy of computed tomography of the liver and biliary tract. Radiology 124, 123, 1977

93. LIGHTDALE, C. J, S.J. WINAWER, R.C. KURTZ, W.H. KNAPPER: Laparoscopic diagnosis of suspected liver neoplasms: value of prior liver scans. Dig. Dis. Sci. 24, 588, 1979

94. LIN, T.Y.: Hepatic tumors, surgical treatment and its results. Jpn. J. Surg, 7, 189, 1977

95. LIN, T.Y.:
Resectional therapy for primary malignant hepatic tumours.
Int. Adv. Surg. Oncol. 2, 25, 1979

96. LINKE, G.:
Technische Grundlagen der Computertomographie.
Röntgenpraxis 30, 159, 1977

97. LISSNER, J. und W. SCHWARZ:
Technik und Apparatur der Ganzkörper-Computertomographie.
Internist 19, 559, 1978

98. LUSTED, L.:
Introduction to Medical Decision Making.
Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1968

99. MacCARTY, R.L., H.W. WAHNER, D.H. STEPHENS, P.F. SHEEDY and R.R. HATTERY:
Retrospective comparison of radionuclide scans and computed tomography of the liver and pancreas.
Am. J. Roentgenol. 129, 23, 1977

100. MADDOCK, W.G. and R.M. LIEN:
Calcified liver nodules from metastatic primary melanoma: ocular primary 15 years previously.
Quart. Bull. Northwestern Univ. Med. School 29, 374, 1955

101. MARCHAL, G.J., A.L. BAERT, G.E. WILMS:
CT of noncystic liver lesions: bolus enhancement.
Am. J. Roentgenol. 135, 57, 1980

102. MARGULIS, A.R., C.M. NICE, L.G. RIGLER:
The roentgen findings in primary hepatoma in infants and children.
Radiology 66, 809, 1956

103. MATEGRANO, V.D., J. PETASNICK, J. CLARK, A. CHUNG BIN and R. WEINSTEIN:
Attenuation values in computed tomography of the abdomen.
Radiology 125, 135, 1977

104. McARDLE, C.R.:
Ultrasonic diagnosis of liver metastases.
J. Clinic. Ultrasound. 4, 265, 1976

105. McCARTHY, C.F., E. RHYS DAVIES, P.N.T. WELLS, F.G.M. ROSS, D.H. FOLLETT, K.M. MUIR, A.E. READ:
A comparison of ultrasonic and isotope scanning in the diagnosis of liver disease.
Br. J. Radiol. 43, 100, 1970

106. McCULLOUGH, E.C.:
Factors affecting the use of quantitative information from a CT scanner.
Radiology 124, 99, 1977

107. McNEIL, B., E. KELLER and S.J. ADELSTEIN:
Primer o certain elements of medical decision making.
N. Engl. J. Med. 293, 211, 1975

108. McNEIL, B. and S.J. ADELSTEIN:
Determining the value of diagnostic and screening tests.
J. Nucl. Med. 17, 439, 1976

109. MEIRE, H.B.:
Radiology now. Ultrasound - current status and prospects.
Br. J. Rad. 50, 379, 1977

110. MELKI, G.:
Ultrasonic patterns of tumors of the liver.
J. Clinic. Ultrasound. 1, 306, 1973

111. MELKI, G.:
Analyse ultrasonore des cancers du foie.
J. Radiol. Electrol. 55, 223, 1974

112. MELNICK, P.J.:
Polycystic liver.
Arch. Pathol. Lab. Med. 59, 162, 1955

113. METZ, C.E.:
Basis principles of ROC analysis.
Sem. Nucl. Med. 8, 283, 1978

114. MIELE, A.J., H.W. EDMONDS:
Calcified liver metastases: a specific roentgen diagnostic sign.
Radiology 80, 779, 1963

115. MOSELEY, R.V.:
Primary malignant tumors of the liver: a review of the clinical and pathologic characteristics of 47 cases and a discussion of current diagnostic techniques and surgical management.
Surg. 61, 674, 1967

116. MOSS, A.A., J. SCHRUMPF, P. SCHNYDER, M. KOROBKIN and R.R. SHIMSHAK:
Computed tomography of focal hepatic lesions: a blind clinical evaluation of the effect of contrast enhancement.
Radiology 131, 427, 1979

117. NIELSEN, J., I. BALSLEV and H.-E. JENSEN:
Carcinoma of the colon with liver metastases. Operative indications and prognosis.
Acta Chir. Scand. 137, 463, 1971

118. NOON, M.A., S.W. YOUNG, R.A. CASTELLINO:
Leiomyosarcoma metastatic to the liver: CT appearance.
J. Comput.Assist. Tomogr. 527, 1980

119. OSTEAUX, M., J. STRUYVEN, P. PEETRONS, H. BLEIBERG, L. JEANMART:
Apport de la tomographie axiale computérisée dans la pathologie tumorale hépatique.
Med. Chir. Dig. 6, 207, 1977

120. OSTEAUX, M., Y. COENEN, J. STRUYVEN, G. MARCHAL, R. HUVENNNE, L. JEANMART, A. BAERT:
Etude du foie en tomographie computée: Bilan d`un an d`expérience groupant 1480 investigations.
J. Radiol. Electrol. 58, 765, 1977

121. OSTEAUX, M., J. STRUYVEN, R.HUVENNE, L. JEANMART:
Liver:
In: A. BAERT, L. JEANMART, A. WACKENHEIM (Eds):
Clinical computer tomography, Head and trunk.
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1978, p. 169

122. OSTEAUX, M., A.L. MARTELART, H. BLEIBERG, P. PEETRONS, L. ENGELHOLM. L. JEANMART:
Diagnosis of hepatic metastasis by computer tomography: critical evaluation of two years clinical experience.
J. Belge. Radiol. 61, 373, 1978

123. OSTEAUX, M., P. PEETRONS, T. DARRAS, J.M. COLETTE et L. JEANMART:
Acquis récents dans le diagnostic des lésions circonscrites du foie par tomographie computée.
Acta Gastro-Enterol. Belg. 43, 247, 1980

124. OSTEEN, R.T., G. KOPF and R.E. WILSON:
In pursuit of the unknown primary.
Am J. Surg. 135, 494, 1978

125. PACK, G.T., T.R. MILLER:
The treatment of hepatic tumors.
N. Y. J. Med. 53, 2205, 1953

126. PECTOR, J.C., P.A. ROCMANS:
Détection des métastases hépatiques (analyse critique de la littérature).
Acta Gastro-Enterol. Belg. 39, 90, 1976

127. PEETRONS, P., M. OSTEAUX and L. JEANMART:
Ultrasound and computed tomography in the diagnosis of liver metastases: competitive or complementary methods.
Am J. Roentgenol. 133, 971, 1979

128. PEETRONS, P., M. OSTEAUX and L. JEANMART:
A comparison of ultrasonography and computed tomography in the detection of liver metastases.
In: L. WEISS and H.A. GILBERT (Eds.): Liver metastasis. G.K. Hall, Boston. Massachusetts, 1982, p. 210

129. PETASNICK, J.P., P. RAM, D.A. TURNER and E.W. FORDHAM:
The relationship of computed tomography, gray scale ultrasonography and radionuclide imaging in the evaluation of hepatic masses.
Semin. Nucl. Med. 9, 8, 1979

130. PFEILER, M., G. SCHWIERZ und G. LINKE:
Modellvorstellungen zur Bildaufzeichnung bei der Computertomographie (computerized axial tomography).
Electromedica 1, 19, 1976

131. PHILIPS, R.L. and D.H. STEPHENS:
Computed tomography of liver specimens.
Radiology 115, 43, 1975

132. PICKREN, J.W., T. YOSHIAKI and L. WARREN:
Liver metastasis: analysis of autopsy data.
In: L. WEISS and H.A. GILBERT (Eds.), Liver metastasis. G.K. Hall, Boston. Massachusetts. 1982, p. 2

133. PLACHTA, A.:
Calcified cavernous hemangiomata of the liver; review of the literature and report of 13 cases.
Radiology 79, 783, 1962

134. PRANDO, A., S. WALLACE, M.E. BERNARDINO and M.M. LINDELL Jr.:
Computed tomographic arteriography of the liver.
Radiology 130, 697, 1979

135. PRIEST, R.L. and J.E. BERK:
Tumors of the liver. Part. II. Metastatic and other tumors.
In: H.L. BOCKUS (Ed.): Gastroenterology, Vol. 3, 535. W.B. Saunders Co., Philadelphia-London-Toronto, 1976

136. PRIESTMANN, T.J. and I.W. HANHAM:
Results of 27 cases with hepatic metastases treated by combination chemotherapy.
Br. J. Cancer 26, 466, 1972

137. RANSOHOFF, D.F. and A.R. FEINSTEIN:
Problems of spectrum and bias in evaluating the efficacy of diagnostic tests.
N. Engl. J. Med. 299, 926, 1978

138. ROSE, P.G.:
Calcification in metastases from adenocarcinoma of the colon.
Acta Radiol. 14, 713, 1973

139. ROSS, R.:
Calcification in liver metastases from neuroblastoma.
Radiology 85, 1074, 1965

140. SAGEL, S., R.J. STANLEY and R.G. EVENS:
Early clinical experience with motionless whole-body computed tomography.
Radiology 119, 321, 1976

141. SAGHATOESLAMI, M., K. KHODARAHMI, B.S. EPSTEIN:
Calcified intrahepatic metastases from carcinoma of the breast.
J. Am. Med. Assoc. 181, 1139, 1962

142. SANFELIPPO, P.M.:
Cystic disease of the liver. Rev.
Surg. 30, 375, 1973

143. SCHANER, E.G., G.L. HEAD, M.A. KALMAN:
Whole body computed tomography in the diagnosis of abdominal and thoracic malignancy: Review of 600 cases.
Cancer Treat. Rep. 61, 1537, 1977

144. SCHEIBLE, W., B.B. GOSINK and G.R. LEOPOLD:
Gray scale echographic patterns of hepatic metastatic disease.
Am J. Roentgenol. 129, 983, 1977

145. SCHELLINGER, D., G. DI CHIRO, S.P. AXELBAUM, H.L. TWIGG, R.S. LEDLEY:
Early clinical experience with the Acta scanner.
Radiology 114, 257, 1975

146. SCHERER, U., R. ROTHE und J. LISSNER:
Computertomographie des Körperstammes- ein erster Erfahrungsbericht.
Fortschr. Röntgenstr. 127, 339, 1977

147. SCHERER, U., M. WEINZIERL, R. STURM, F.W. SCHILDBERG, M. ZRENNER and J. LISSNER:
Computed tomography in hydatid disease of the liver: a report on 13 cases.
J. Comput. Assist. Tomogr. 2, 612, 1978

148. SCHERER, U., U. BÜLL. R. ROTHE, J. EISENBURG, F.W. SCHILDBERG, P. MEISTER and J. LISSNER:
Computerized tomography and nuclear imaging of the liver.
Eur. J. Nucl. Med. 3, 71, 1978.

149. SCHERER, U., U. BÜLL, R. ROTHE, J. EISENBURG, F.W. SCHILDBERG und M. ZRENNER: Vergleichende Bewertung computertomographischer und szintigraphischer Befunde bei artdiagnostisch gesicherten Lebererkrankungen. In: H.A.E. SCHMIDT und M. WOLDRING (Hrgb.): Nuklearmedizin, Stand und Zukunft. F.K. Schattauer, Stuttgart-New York, 1978, S. 68.

150. SCHERER, U., R. ROTHE, J. EISENBURG, F.W. SCHILDBERG, P. MEISTER and J. LISSNER: Diagnostic accuracy of CT in circumscript liver disease. Am. J. Roentgenol. 130, 711, 1978

151. SCHERER, U., U. BÜLL, A. GEBAUER, H. KREMER, J. LISSNER: Treffsicherheit von Computertomographie, Szintigraphie und Sonographie bei bioptisch gesicherten Lebererkrankungen. IV. Europäischer Kongreß für Radiologie, 4.-8.9.1979, Hamburg (A).

152. SCHERER, U., M. ROTERS und R. BEEGER: Diagnostik von Lebermetastasen. Vergleichende Untersuchung zum Stellenwert von Sonographie, Szintigraphie und Laborparametern. Fortschr. Röntgenstr. 130, 180, 1979

153. SCHERER, U., J. LISSNER, B. BRALL, J. EISENBURG, M. ZRENNER und F.W. SCHILDBERG: Computertomographie der Leber. Treffsicherheit der Methode bei bioptisch gesicherten Diagnosen. Fortschr. Röntgenstr. 130, 531, 1979

154. SCHERER, U. and J. LISSNER:
CT of the liver.
In: P. GERHARDT and G. v. KAICK (Eds.):
Total body computerized tomography. International Symposium Heidelberg 1977. Thieme, Stuttgart, 1979, p. 87

155. SCHERER, U., M. SANTOS and J. LISSNER:
CT studies of the liver in vitro: a report on 82 cases with pathological correlation.
J. Comput. Assist. Tomogr. 3, 589, 1979

156. SCHERER, U. and J. LISSNER:
CT of the Liver: high density mass lesions.
J. Comput. Assist. Tomogr. 3, 556, 1979 (A)

157. SCHERER, U.:
Computertomographie der Leber,
Artdiagnostische Kriterien und diagnostische Aussagekraft bei diffusen und umschriebenen Lebererkrankungen.
Habilitationsschrift, München, 1980

158. SCHITTENHELM, R. und G. SCHWIERZ:
Das Computertomogramm: seine Erzeugung und sein Bildcharakter.
Medizintechnik 98, 87, 1978

159. SCHMITT, W.G.H. und K.H. HÜBNER:
Dichtebestimmung normaler und pathologisch veränderter Lebergewebe als Basisuntersuchung zur computertomographischen Densitometrie von Fettlebern.
Fortsch. Röntgenstr. 129, 555, 1978

160. SCHNEEKLOTH, G., T. FRANK, G. ALBERS:
Ultraschalltomographie abdomineller Organe und der Schilddrüse im Grey-Scale-Bild. Einführung in die Ultraschalldiagnostik.
Enke, Stuttgart, 1977

161. SCHNYDER, P.A., G. CANDARDJIS, D. DELAY:
Ponction-aspiration percutanée à l `aiguille fine sous controle de la tomographie transverse assistée par ordinateur.
Schweiz. Med. Wochenschr. 109, 1948, 1979

162. SCHULTZ, E. und R. FELIX:
I. Phantommessungen zum räumlichen Auflösungsvermögen und zum Partial-Volume-Effect bei der Computertomographie.
Fortschr. Röntgenstr. 129, 673, 1978

163. SCHULTZ, E., R. FELIX, K. LACKNER, H.-D. BERGEDER und P. THURN:
Abbildungseigenschaften der Computertomographie. II. Räumliches Auflösungsvermögen, Dichteauflösung und Partial-Volume-Effect bei kugelförmigen Objekten verschiedenen Durchmessers.
Fortschr. Röntgenstr. 130, 479, 1979

164. SCHULTZ, E., R. FELIX und P. THURN:
Abbildungseigenschaften der Computertomographie. III. Messungen an homogenen Materialien. Abhängigkeit der Dichtewerte und der Dichtewertstreuung von verschiedenen Parametern.
Fortschr. Röntgenstr. 130, 670, 1979

165. SCHWARTZ, W.B., G.A. GORRY, J.P. KASSIRER, A. ESSIG:
Decision analysis and clinical judgement.
Am. J. Med. 55, 459, 1973

166. SCOTT Jr., W.W., R. SANDERS and S. SIEGELMAN:
Irregular fatty infiltration of the liver:
Diagnostic dilemmas.
Am. J. Roentgenol. 135, 67, 1980

167. SHEEDY II, P.F., D.H. STEPHENS, R.R. HATTERY, J.R. MUHM and G.W. HARTMAN:
Computed tomography of the body: initial clinical trial with the EMI prototype.
Am. J. Roentgenol. 127, 23, 1978

168. SHERRIK, J.C.:
Reaction of the liver to metastatic carcinoma.
Arch. Path. 77, 188, 1964

169. SHONFELDT, E.M., A.V. GUARINO and R.J. BESSOLO:
Calcified hepatic metastases from carcinoma of the breast.
Radiology 106, 303, 1973

170. SNOW, Jr., J.H., H.M. GOLDSTEIN and S. WALLACE:
Comparison of scintigraphy, sonography and computed tomography in the evaluation of hepatic neoplasms.
Am. J. Roentgenol. 132, 915, 1979

171. SNYDER, R.D., G.M. MAVLIGIT and M. VALDIVIESO:
Adenocarcinoma of unknown primary site (ACUP) as a definitive diagnosis
Proc. Am. Soc. Clin. Oncol. 18, 346, 1977

172. STANLEY, R.J., S.S. SAGEL and R.G. LEVITT:
Computed tomography of the body: early trends in application and accuracy of the method.
Am. J. Roentgenol. 127, 53, 1976

173. STANLEY, R.J., S.S. SAGEL and R.G. LEVITT:
Computed tomography of the liver
Radiol. Clin. North. Am. 3, 331, 1977

174. STEINHOFF, H. and S. LANGE:
Principles of contrast enhancement in computerized tomography
In: W. LANKSCH and E. KAZNER (Eds.): Cranial Computerized Tomography. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1976, p. 60

175. STEPHENS, D.H., R.R. HATTERY, P.F. SHEEDY II:
Computed tomography of the abdomen.
Radiology 119, 331, 1976

176. STEPHENS, D.H., P.F. SHEEDY II, R.R. HATTERY and R.L. MacCARTY:
Computed tomography of the liver.
Am. J. Roentgenol. 128, 579, 1977

177. STEPHENS, D.H., P.F. SHEEDY II. R.R. HATTERY and B. WILLIAMSON:
Diagnosis and evaluation of retroperitoneal tumors by computed tomography.
Am. J. Roentgenol. 129, 395, 1977

178. TAYLOR, K.J.W.:
Ultrasonic patterns of tumours of the liver.
J. Clin. Ultrasound. 1, 284, 1974

179. TAYLOR, K.J.W., D.A. CARPENTER and V.R. McCREADY:
Comparison of ultrasound and radioisotope examination in the diagnosis of hepatobiliary disease.
J. Clin. Ultrasound 2, 105, 1974

180. TAYLOR, K.J.W., D.A. CARPENTER, C.R. HILL and V.R. McCREADY:
Gray scale ultrasound imaging. The anatomy and pathology of the liver.
Radiology 119, 415, 1976

181. TAYLOR, J.K.W., D. SULLIVAN, J. SIMEONE and A.T. ROSENFIELD:
Szintigraphie, Ultrasonographie und computerisierte Tomographie der Leber.
In: W.A. FUCHS und J. TRILLER (Hrgb.): Aktuelle Probleme der Röntgendiagnostik: 4. Ultraschall. Computertomographie des Abdomens. Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien, 1978, S. 103

182. THOMPSON, W.M., D.P. CHISHOLM and R. TANK:
Plain film roentgenographic findings in alveolar hydatid disease - echinococcus multilocularis.
Am. J. Roentgenol. 116, 345, 1972

183. TRUJILLO, N.P.:
Peritoneoscopy and guided biopsy in the diagnosis of intra -abdominal disease.
Gastroenterology 71, 1083, 1976

184. UMEK, H.:
Morphologische Leberdiagnostik in der Radiologie.
Acta Med. Austriaca 5, 1, 1978

185. VERMESS, M., R.H. ADAMSON, J.L. DOPPMAN, A.S. RABSON, J.R. HERDT, C.L. McINTOSH:
Intra-arterial hepatography: experimental evaluation of a new contrast agent.
Radiology 110, 705, 1974

186. VERMESS, M., R.H. ADAMSON, J.L, DOPPMAN, A.S. RABSON, J.R. HERDT:
Intravenous hepatosplenography.
Radiology 119, 31, 1976

187. VERMESS, M., R.H. ADAMSON, J.L. DOPPMAN, M. GIRTON:
Computed tomographic demonstration of hepatic tumor with the aid of iodinated fat emulsion.
Radiology 125, 711, 1977

188. VERMESS, M.:
Paper read at the 65th meeting of the Radiological Society of North America, November 27, 1979, Atlanta, Georgia

189. VERMESS, M., D.C. CATTERJI, J.L. DOPPMAN, G. GRIMES and R.H. ADAMSON:
Development and experimental evaluation of a contrast medium for computed tomographic examination of the liver and spleen.
J. Comput. Assist. Tomogr. 3, 25, 1979

190. VIAMONTE Jr., M. and E. SCHIFF:
Diagnostic approach to hepatic malignant neoplasms.
J. Am. Med. Assoc. 238, 2191, 1977

191. VICARY, F.R. and I. SHIRLEY:
Ultrasound and hepatic metastases.
Br. J. Radiol. 51, 596, 1978

192. VOCK, P.:
Computertomographisch gezielte Nadelpunktion.
Radiologe 19, 182, 1979

193. WELLS, J.:
Calcified liver metastasis.
N. Engl. J. Med. 255, 639, 1956

194. WENDE, S., A. AULICH, K. KRETZSCHMAR, T. GRUMME, W. MEESE, S. LANGE, H. STEINHOFF, W. LANKSCH, E. KAZNER:
Die Computertomographie der Hirngeschwülste. Eine Sammelstudie über 1658 Tumoren.
Radiologe 17, 149, 1977

195. WILSON, S.M. and M. A. ADSON:
Surgical treatment of hepatic metastases from colorectal cancers.
Arch. Surg. 111, 330, 1976

196. WITTENBERG, J., H.V. FINEBERG, M.K. IDEDA, J.T. FERRUCI Jr.:
The influence of computed body tomography on medical decision making: a pilot project.
J. Comput. Assist. Tomogr. 1, 361, 1977

197. WOOD, C.B., C.R. GILLIS and L.H. BLUMGART:
A retrospective study of the natural history of patients with liver metastases from colorectal cancer.
Clin. Oncol. 2, 285, 1976

198. WOOTEN, W.B., B. GREEN and H.M. GOLDSTEIN:
Ultrasonography of necrotic hepatic metastases.
Radiology 128, 447, 1978

199. WOOTEN. W.B., M.E. BERNARDINO and H.M. GOLDSTEIN:
Computed tomography of necrotic hepatic metastases.
Am. J. Roentgenol. 131, 939, 1978

200. YEH, H.C.:
Ultrasonography and computed tomography of carcinoma of the gallbladder.
Radiology 133, 167, 1979

201. YEH, H.C.:
Ultrasonography and computed tomography of the liver.
Prog. Liv. Dis. 6, 519, 1980

202. YOUNG, S.W., R.J. TURNER, R.A. CASTELLINO:
A Strategy for the contrast enhancement of malignant tumours using dynamic computed tomography and intravascular pharmacokinetics.
Radiology 137, 137, 1980

203. ZIMMER, F.E.:
Islet-cell carcinoma treated with alloxan; associated with calcified hepatic metastases and thyrotoxic myopathy.
Ann. Intern. Med. 61, 543, 1964

204. ZORNOZA, J. and S. GINALDI:
Computed tomography in hepatic lymphoma.
Radiology 138, 405, 1981

L E B E N S L A U F

Geboren:	am 10. Mai 1954 in Rom.
Eltern:	Ewald Achten und Margarete Achten, geb. Stratmann.
Schule:	Volksschule in München (1960-1964), Neusprachliche Gymnasien in Feldafing und München (1964-1973).
Studium:	Anglistik, Sozialwissenschaften und Sportwissenschaften an der Ludwig-Maximilians-Universität und Technischen Universität München (1973-1978), Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München (1978-1984). Ärztliche Vorprüfung 1980, Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung 1981, Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung 1983, Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und Approbation 1984.
Familienstand:	Seit 1983 verheiratet mit Dipl.-Ing. Monika M. Achten, geb. Seidel, Architektin.